

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

## **FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**



### **LAS MEZCLAS DE CONCRETO Y SUS RESULTADOS EN LA CIUDAD DE TARAPOTO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL Y MÓDULO DE FINURA**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL  
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**Por: Bach. : JOSÉ LUIS GONZALES GARCÍA**

**Asesor: Ing. : GILBERTO ALIAGA ATALAYA**

**TARAPOTO - PERU  
MARZO 2003**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**LAS MEZCLAS DE CONCRETO Y SUS RESULTADOS EN LA CIUDAD DE  
TARAPOTO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL Y  
MÓDULO DE FINURA.**

**TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Por : Bach. JOSE LUIS GONZALES GARCÍA

Asesor : Ing. GILBERTO ALIAGA ATALAYA

*TARAPOTO - PERU  
MARZO 2003*

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

## **“LAS MEZCLAS DE CONCRETO Y SUS RESULTADOS EN LA CIUDAD DE TARAPOTO UTILIZANDO EL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL Y MÓDULO DE FINURA.”**

*Por: Bach. José Luis Gonzales García*

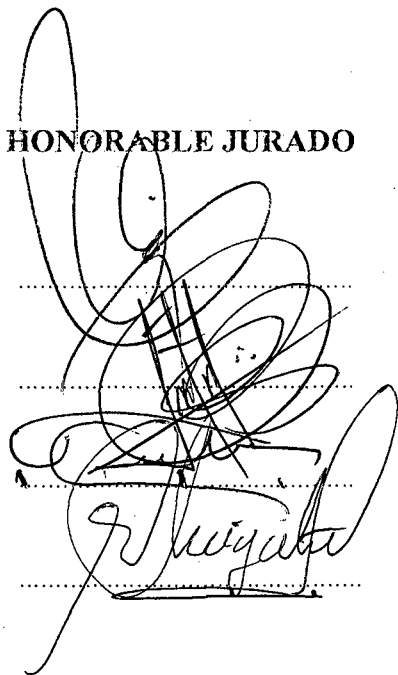
**TESIS SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE HONORABLE JURADO**

**Presidente :** Ing. Mg. SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA

**Secretario :** Ing. EDUARDO PINCHI VASQUEZ

**Miembro :** Ing. FEDERICO CUBAS QUIRÓZ

**Asesor :** Ing. GILBERTO ALIAGA ATALAYA



## **DEDICATORIA**

*A mis padres : Luis y Flor*

Quienes con su amor, enseñanzas y sacrificios, día a día generaron en mí la grata motivación de servir a mi sociedad y hacer realidad este trabajo,....



## **AGRADECIMIENTO**

Mi especial agradecimiento a mi Casa de Estudios, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN ( Alma Mater ), representado por los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil, que impartíendome sus conocimientos y experiencias, me permitieron tener las bases técnicas necesarias, para poder desarrollarme en esta profesión tan rica , y hacer realidad este trabajo .

Agradezco de manera especial a mi asesor Ing. Gilberto Aliaga Atalaya y al Ing. Santiago Chavez Cachay, por haberme apoyado en el desarrollo de este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento al Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva , representado por el departamento de Construcción Civil, Por brindarme las facilidades necesarias para llevar a cabo la rotura de probetas.

Agradezco también al Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo , por haber apostado en este trabajo de investigación , facilitándome los equipos para la realización de rotura de probetas.

Finalmente agradezco al Est.Téc. Jaime Azang García y al Téc.Robert Navarro , quienes con su apoyo desinteresado aportaron sus experiencias en el desarrollo de los ensayos de materiales.

**CONTENIDO**

---

- INDICE DE TABLAS
- INDICE DE GRÁFICOS
- INDICE DE CUADROS
- RESUMEN

**I. INTRODUCCIÓN**

1.1. INTRODUCCIÓN	01
1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA DEL CONCRETO LOCAL	03
1.3. ALCANCES	05
1.4. LIMITACIONES	06

**II. MARCO TEÓRICO**

2.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	07
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	07
2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	09
2.4. MARCO TEÓRICO	10
2.4.1. NATURALEZA DEL CONCRETO	10
2.4.1.1. IMPORTANCIA DEL CONCRETO	11
2.4.1.2. FUNCIONAMIENTO DEL CONCRETO	12
2.4.1.3. CONSIDERACIONES DE COSTO EN MEZCLAS DE CONCRETO	13
2.4.1.4. COMPOSICIÓN DEL CONCRETO	15
2.4.1.5. PROPIEDADES DEL CONCRETO	32
2.4.2. CONCRETO CON AGREGADO GLOBAL	35
2.4.3. MATERIALES PARA CONCRETO	38
2.4.3.1. CEMENTO	38
2.4.3.2. AGREGADOS	47
2.4.3.3. AGUA PARA CONCRETO	63
2.4.4. ESTUDIO TEÓRICO DEL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL	64
2.4.4.1. INTRODUCCIÓN	64
2.4.4.2. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO	65

2.4.4.3. CURVAS GRANULOMÉTRICAS TEÓRICAS	67
2.4.4.4. LÍMITES DEL MÓDULO DE FINURA	73
2.5. HIPÓTESIS	74
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	75
3.1. MATERIALES A UTILIZAR	75
3.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS ACANTERAS A UTILIZAR	75
3.1.2. TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR	81
3.1.3. MATERIALES PARA EL REFRENADO DE PROBETAS DE CONCRETO	82
3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	83
3.2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	83
3.2.2. UNIVERSO Y/O MUESTRA	83
3.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	83
3.2.4. SISTEMA DE VARIABLES	84
3.2.5. METODOLOGÍA	85
3.2.5.1. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGREGADO	85
3.2.5.2. DISEÑO Y DOSIFICACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO	100
3.2.5.3. DESCRIPCIÓN DE LOS ENSAYOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL CONCRETO	107
3.2.6. FUENTES TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE SELECCIÓN DE DATOS	124
3.2.7. PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS	125
<b>IV. RESULTADOS Y GRÁFICOS</b>	127
4.1. CONSIDERACIONES GENERALES	127
4.2. RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS	128
4.2.1. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	128
4.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	132
4.2.3. PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO	142
4.2.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS AGREGADOS	144
4.2.5. MEZCLAS DE AGREGADO FINO Y GRUESO	145

4.3. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	161
4.3.1 DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA CANTIDAD DE AGUA/M3	162
4.3.2 DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MATE. POR M3 DE CONCRETO	165
4.4. RESULTADO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO	240
4.4.1. GRAFICO MÓDULO DE FINURA Vs. ASENTAMIENTO PARA R (a/c) = 0.60	240
4.4.2. GRAFICO MÓDULO DE FINURA Vs. ASENTAMIENTO PARA R (a/c) = 0.65	241
4.4.3. GRAFICO MÓDULO DE FINURA Vs. ASENTAMIENTO PARA R (a/c) = 0.70	242
4.5. RESULTADO DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO	244
4.5.1. GRAFICO MÓDULO DE FINURA Vs. RESISTENCIA PARA R (a/c) = 0.60 ,0.65,0.70	258
4.5.2. GRAFICO RESISTENCIA Vs. RELACIÓN (agua/cemento)	262
4.5.3. GRAFICO RESISTENCIA Vs. EDAD EN DÍAS	269
4.5.4. GRAFICO RESISTENCIA Vs. RELACIÓN (agregado/cemento)	274
<b>V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	278
5.1.MEZCLA DE AGREGADOS	278
5.2.CONSISTENCIA DEL CONCRETO	278
5.3.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO	280
5.3.1. RESISTENCIA Vs. MÓDULO DE FINURA	281
5.3.2. RESISTENCIA Vs. RELACIÓN (Agua/Cemento)	282
5.3.3. RESISTENCIA Vs. RELACIÓN (Agregado/Cemento)	286
5.3.4. RESISTENCIA Vs. EDAD EN DÍAS	286
5.4.CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	287
5.5.ELECCIÓN DEL MÓDULO E FINURA GLOBAL ÓPTIMO PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO ( 210 Kg/Cm2 Y 175 Kg/Cm2 )	288
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	306
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	310
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA</b>	312

## IX. ANEXOS

314

- ANEXO 01. ANÁLISIS DE COSTO POR METRO CÚBICO DE CONCRETO
- ANEXO 02. ENSAYO DE MATERIALES
- ANEXO 03. ROTURA DE PROBETAS
- ANEXO 04. INTEMPERISMO Y ABRASIÓN DE AGREGADOS
- ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO
- ANEXO 06. PLANOS DE UBICACIÓN DE CANTERAS

## INDICE DE TABLAS

No.	Descripción	Pag.
01.	GRADOS DE CONSISTENCIA	27
02.	REVENIMIENTO RECOMENDADO PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS	28
03.	INFLUENCIA DE LAS FASES MINERALES DEL CLINKER EN LA RESISTENCIA. A LA COMPRESIÓN Y EL CALOR DE HIDRATACIÓN DEL CONCRETO	44 45
04.	PORCENTAJE DE MATERIAS PRIMAS PARA LA FABRICACIÓN DEL CEMENTO	46
05.	REQUISITOS FÍSICOS DEL CEMENTO	46
06.	REQUISITOS QUÍMICOS DEL CEMENTO	49
07.	REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO	50
08.	TAMICES PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO	54
09.	LÍMITES PARA SUSTANCIAS DAÑINAS DEL AGREGADO FINO	56
10.	REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN E IMPACTO	58
11.	LÍMITES GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO GLOBAL	59
12.	LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO GLOBAL TMN = 11/2	60
13.	VALORES DEL COEFICIENTE "a", PARA LA ECUACIÓN DE LA PARÁBOLA DE BOLOMEY	72
14.	LÍMITES RECOMENDADOS PARA MÓDULOS DE FINURA	74
15.	REQUISITOS FÍSICOS DEL CEMENTO PACASMAYO IP	82
16.	CANTIDAD DE MUESTRA DE ENSAYO PARA EL AGREGADO GRUESO	91
17.	CAPACIDAD DE MEDIDA PARA CALCULO DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GURUESO	97
18.	REQUISITOS DEL RECIPIENTE DE MEDIDA PARA PESO UNITARIO DEL AGREGADO	97
19.	DENSIDAD DEL AGUA	98
20.	CANTIDAD MÁXIMA DE MATERIAL MAYOR QUE LA MALLA No. 200	99
21.	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	102
22.	CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	103
23.	RELACIÓN RAZÓN (Agua/Cemento) Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	104
24.	RELACIÓN AGUA CEMENTO POR RESISTENCIA	104
25.	REQUISITOS DIMENSIONALES PARA LAS MEDIDAS CILÍNDRICAS	117
26.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO CUANDO NO EXISTE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA	291
27.	VALORES DE "t"	292
28.	VALORES DE DISPERSIÓN DE ACUERDO AL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA DEL CONCRETO	293
29.	COMPARACIÓN DEL $F'_{cr}$ PARA RESISTENCIAS ESPECIFICADAS DE 175KG/CM <sup>2</sup> Y 210KG/CM <sup>2</sup>	294
30.	RESUMEN DE LA CANTIDAD EN PESO SECO DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO PARA RESISTENCIAS DE $F'_c = 175\text{kg/cm}^2$ y $F'_c = 210\text{ kg/cm}^2$	305 308

## INDICE DE GRÁFICOS

No.	Descripción	Pag.
01.	COMPOSICIÓN DEL CONCRETO	10
02.	COMPOSICIÓN DE LA PASTA DE CEMENTO	15
03.	RESISTENCIA DE LA PASTA DE CEMENTO	16
04.	ASPECTOS QUE DETERMINAN LA TRABAJABILIDAD	23
05.	RELACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Vs. DENSIDAD	24
06.	ASPECTOS QUE DETERMINAN LA CONSISTENCIA	27
07.	FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	36
08.	INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES DEL AGREGADO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	36
09.	LIMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO GLOBAL TMN = 11/2"	61
10.	LIMITES GRANULOMÉTRICOS PARA LA NORMA DIN 1045	62
11.	CURVA GRANULOMÉTRICA TEÓRICA DE BOLOMEY	68
12.	CURVAS GRANULOMÉTRICAS TEÓRICAS (Bolomey, Fuller y Popóvic)	69
13.	COMPARACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LAS NORMAS TÉCNICAS PERUANAS Vs. CURVAS TEÓRICAS	70
14.	CURVA GRANULOMÉTRICA DE BOLOMEY PARA DIFERENTES VALORES DE "a".	72
15.	TIPOS DE ASENTAMIENTOS	123
16.	EVALUACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO, CANTERA CUMBAZA	134
17.	EVALUACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO, CANTERA Shapaja	137
18.	EVALUACIÓN GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA Shapaja	140
19.	CURVA MEZCLA DE AGREGADOS I Vs. LIMITES DE LA NTP, Y CURVA DE BOLOMEY	148
20.	CURVA MEZCLA DE AGREGADOS II Vs. LIMITES DE LA NTP, Y CURVA DE BOLOMEY	151
21.	CURVA MEZCLA DE AGREGADOS III Vs. LIMITES DE LA NTP, Y CURVA DE BOLOMEY	154
22.	CURVA MEZCLA DE AGREGADOS IV Vs. LIMITES DE LA NTP, Y CURVA DE BOLOMEY	157
23.	CURVA MEZCLA DE AGREGADOS V Vs. LIMITES DE LA NTP, Y CURVA DE BOLOMEY	160
24.	GRÁFICO ASENTAMIENTO Vs. MFG PARA RELACIÓN (a/c) = 0.60	240
25.	GRÁFICO ASENTAMIENTO Vs. MFG PARA RELACIÓN (a/c) = 0.65	241
26.	GRÁFICO ASENTAMIENTO Vs. MFG PARA RELACIÓN (a/c) = 0.70.	242
27.	MÓDULO DE FINURA Vs. RESISTENCIA PARA R(a/c) = 0.60	259
28.	MÓDULO DE FINURA Vs. RESISTENCIA PARA R(a/c) = 0.65	260
29.	MÓDULO DE FINURA Vs. RESISTENCIA PARA R(a/c) = 0.70	261
30.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (a/c) PARA MFG = 5.38	264
31.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (a/c) PARA MFG = 5.48	266
32.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (a/c) PARA MFG = 5.59	268
33.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. EDAD EN DÍAS PARA R (a/c) = 0.60	270
34.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. EDAD EN DÍAS PARA R (a/c) = 0.65	271
35.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. EDAD EN DÍAS PARA R (a/c) = 0.70	272
36.	RELACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (Agregado / Cemento) PARA MFG = 5.38	275
37.	RELACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (Agregado / Cemento) PARA MFG = 5.48	276
38.	RELACIÓN RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (Agregado / Cemento) PARA MFG = 5.59	277



## INDICE DE CUADROS

No.	Descripción	Pag.
01.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA HUALLAGA	128
02.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA CUMBAZA.	129
03.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO, CANTERA CUMBAZA	130
04.	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO, CANTERA HUALLAGA	131
05.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, AGREGADO FINO, CANTERA CUMBAZA	133
06.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, AGREGADO FINO, CANTERA HUALLAGA	136
07.	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, AGREGADO GRUESO, CANTERA HUALLAGA	139
08.	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA	142
09.	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO, CANTERA HUALLAGA	142
10.	PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO, CANTERA CUMBAZA	143
11.	PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO, CANTERA CUMBAZA	143
12.	EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.	144
13.	MEZCLA DE AGREGADOS I ( 30% Arena , 70% Piedra )	147
14.	MEZCLA DE AGREGADOS II ( 33% Arena , 67% Piedra )	150
15.	MEZCLA DE AGREGADOS III ( 35% Arena , 65% Piedra )	153
16.	MEZCLA DE AGREGADOS IV ( 37% Arena , 63% Piedra )	156
17.	MEZCLA DE AGREGADOS V ( 39% Arena , 61% Piedra )	159
18.	DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA CANTIDAD DE AGUA DE DISEÑO.	163
19.	RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA CONCRETO FRESCO	243
20.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 2	245
21.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 3	246
22.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 4	247
23.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 5*	248
24.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 5**	249
25.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 5	250
26.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – A – 6	251
27.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – B – 1	252
28.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – B – 2	253
29.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – B – 3	254
30.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – C – 1	255
31.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – C – 2	256
32.	RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN OBTENIDAS PARA M – C – 3	257
33.	CUADRO RESUMEN DE LA EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	273
34.	CUADRO COMPARATIVO DE RELACIONES A/C PARA MFG = 5.38	282
35.	CUADRO COMPARATIVO DE RELACIONES A/C PARA MFG = 5.48	283
36.	CUADRO COMPARATIVO DE RELACIONES A/C PARA MFG = 5.59	284
37.	CUADRO RESUMEN COMPARATIVO DE RELACIONES (A/C) OBTENIDAS EXPERIMENTALMENTE	285
38.	EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETOS NORMALES	287
39.	RELACIONES (Agua / Cemento) RECOMENDADAS PARA MFG = 5.48	289

## RESUMEN

*"El futuro de la sociedad reside en sus Recursos Humanos y el futuro de los Recursos Humanos Reside en la educación científica y tecnológica" ( Hashaviah , GAI ).*

La idea de desarrollar esta tesis, nace de mi inquietud al ver que en la ciudad de Tarapoto se sigue utilizando indiscriminadamente el hormigón de la cantera del Río Cumbaza, sabiendo que el agregado grueso no cumple con los requisitos de resistencia mecánica mínimos, para su utilización en concreto que estipula la NTP 400.037.

Ante esta realidad y teniendo como referencia estudios anteriores sobre esta cantera, este trabajo tiene como propósito presentar un diseño de mezclas alternativo en base a la combinación de agregados de las canteras del Río Cumbaza y Río Huallaga, de tal manera que podamos reemplazar la piedra de mala calidad del Río Cumbaza por la piedra de buena calidad del Río Huallaga, y obtener resultados más satisfactorios obedeciendo a las limitaciones de la NTP. para agregados

El Método elegido para el desarrollo de esta tesis es el "Método del Agregado Global y Módulo de Finura" que se basa en un procedimiento experimental, e incide más en la optimización de la granulometría del agregado global, (mezcla del agregado fino y grueso). Y su aplicación no tiene limitaciones, puesto que podemos trabajar con agregado fino cuyos Módulos de Finura están por debajo de lo permitido por la mayoría de tablas sobre diseño de mezclas, y considerando que la cantera del Río Cumbaza se caracteriza por tener Módulos de Finura bajos, este método es el más recomendable.

Lo que se plantea principalmente es determinar en primer lugar la mezcla granulométrica más adecuada utilizando la piedra del Río Huallaga y la arena del Río Cumbaza y con esto elaborar probetas de ensayo para tres diferentes Módulos de Finura Global, y tres relaciones (agua/cemento), de tal manera que definamos para que Módulo de Finura Global y para que relación (agua/cemento), se obtienen concretos mas satisfactorios.

El modelo estadístico principal utilizado es la regresión no lineal, para correlacionar experimentalmente la Resistencia a Compresión Vs. La Relación Agua Cemento, esto a efectos de determinar el grado de variabilidad existente entre los valores encontrados experimentalmente, y los establecidos por el Comité 211 del ACI, y el IMCYC ( Instituto Mexicano del Concreto y Cemento ). para diseño de mezclas de concreto.

La hipótesis planteada resultó verdadera, puesto que se demostró que el Método propuesto tenía ventajas sustanciales en comparación con el Método del ACI, más aún cuando se trabaja con agregados de baja resistencia y mala distribución granulométrica, que es la realidad de nuestro medio, obligándonos así a buscar otras alternativas de diseño mediante métodos de dosificación que nos permitan optimizar la calidad del agregado mediante la combinación de canteras, y con esto poder disminuir estas deficiencias.

La aplicación de este método nos permitió determinar sobre bases técnicas la combinación más adecuada de estas dos canteras para su utilización en concreto, con esta combinación logramos tener un agregado global de buena resistencia mecánica, esto otorgado por la presencia de la piedra del Río Huallaga, y por otra parte una aceptable distribución granulométrica global. La optimización granulométrica y resistente que obtuvimos mediante la mezcla de estas dos canteras nos permitió obtener resultados muy aceptables, puesto que se llegó a resistencias a la compresión considerables con cantidades de cemento inferiores a las utilizadas generalmente en nuestro medio.

Por lo expuesto espero que la presente tesis sirva como un aporte más en el avance y mejoramiento de la Tecnología del Concreto local, deseando que los conocimientos adquiridos sean puestos en práctica, puesto que solo así podremos lograr un avance significativo en esta rama de la Ingeniería Civil.

## CAPITULO I

---

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1. INTRODUCCIÓN

El concreto de cemento Pórtland desde su aparición patentado por Joseph Asphin y J.C.Jonson a mediados del año 1824, hasta nuestros días constituye un material de construcción de uso universal, por las propiedades que ofrece y su versatilidad que permite su utilización en todo tipo de elementos estructurales.

Es por esta razón que el hombre tenía la necesidad de idear mediante, estudios de investigación, ensayos de experimentación, procedimientos que lleven a determinar las proporciones adecuadas de los materiales constitutivos del concreto, de tal manera que se puedan obtener concretos de calidad ; es en este afán que las investigaciones para establecer los primeros principios modernos de proporcionamiento de mezclas de mortero y concreto parten de los Franceses L,J Vicat y Feret (1892), constituyéndose en los precursores en el estudio de una composición granulométrica óptima para cada tipo de concreto. A esto se sumo el aporte de grandes investigadores que a través del tiempo lograron establecer bases técnicas, permitiendo así comprender el comportamiento del concreto en sus dos estados y la influencia de sus componentes en sus propiedades.

Esta evolución que sufrió la Tecnología del Concreto en casi un siglo, permitió ir acumulando estudios, experiencias, conclusiones, etc., y por consiguiente ir mejorando paulatinamente los métodos de diseño, lo que implica hoy en día afrontar y solucionar la mayoría de problemas de la construcción moderna. Existe en la actualidad una serie de métodos para la dosificación de mezclas de concreto, los estudios realizados hasta la fecha en cuanto al desarrollo de una tecnología del concreto en la ciudad de Tarapoto, se basan generalmente en la aplicación del método ACI, que si bien es cierto nos da un punto de partida conservador y científicamente respaldado, pero también nos presenta sus deficiencias por cuanto no está concebido para agregados marginales, o sea agregados que no cumplen con los mínimos requisitos que estipulan las normas para su utilización

en concreto; y este es el tipo de material con que generalmente se construye en nuestro medio, puesto que el hormigón de la cantera del río Cumbaza es el que más se utiliza y está demostrado que no cumple con los requisitos mínimos de gradación y resistencia que establecen las normas.

Actualmente uno de los métodos que mejores resultados viene dando, para dosificación de mezclas de concreto, es el método del agregado global y módulo de finura, ha demostrado que permite un acercamiento técnico inmediato a los diseños, con mayor probabilidad de satisfacer la mayoría de requisitos en el concreto, y por otra parte tiene una utilidad primordial en el control de diseño de mezclas de producción, tienen la ventaja de ser fáciles de calcular y utilizar para un tamaño máximo de agregado establecido, pero la desventaja es que nunca es posible en la práctica obtener una mezcla de agregados que cumpla perfectamente con dicha gradación dado que es ideal; sin embargo, nos permite una aproximación técnica a la granulometría óptima para llegar a mezclas más densas y trabajables.

Basándonos en lo anterior, la presente tesis se desarrolla teniendo como variable principal la calidad del agregado, y como poder optimizar sus propiedades granulométricas y resistentes mediante mezclas adecuadas de diferentes canteras, en este caso ( Huallaga y Cumbaza ), utilizando como método de dosificación el **Método del Agregado Global y Módulo de Finura**.

El módulo de Finura Global es un parámetro que está relacionado con los agregados, y el diseño mismo, si logramos que los agregados del concreto cumplan con las especificaciones técnicas necesarias, como establecer módulos de finura locales para garantizar propiedades específicas que se requiera para el concreto, o en su defecto de acuerdo al tipo de Obra si se requieren modificaciones en su consistencia, densidad o resistencia, bastará con solo cambiar el módulo de finura y obtener tales propiedades.

De lo antes dicho y teniendo en cuenta que nuestro país cuenta con toda una gama de climas y condiciones ambientales, que varía en función de la zona donde nos ubiquemos, razón suficiente para desarrollar estudios específicos para cada realidad; sin embargo, no existe iniciativa local para desarrollar una tecnología de concreto local y nacional, que contribuya empezando a solucionar de manera técnica y económica problemas como son producir concreto durable en la Sierra, trabajar

eficientemente con agregados de baja calidad como es el caso de nuestra selva , o superar dificultades de hacer concreto en clima cálido.

Al vivir esta realidad, en un medio que presenta muchas necesidades para su progreso, tengo el deseo en mi calidad de producto de la universidad peruana de contribuir con el desarrollo científico y tecnológico, por tal razón espero que este trabajo cumpla su cometido, pretendiendo que esta tesis sirva como un aporte más de información concisa sobre las características de los materiales y los métodos de aplicación que se ajusten más a nuestra realidad, en cuanto a la elaboración de mezclas de concreto de mediana resistencia, que nos permitirá en un futuro establecer husos granulométricos locales, que puedan ser incluidos en reglamentos de construcción de modo de lograr un avance práctico en cuanto al empleo de agregados y los métodos de diseño de mezclas en la ciudad de Tarapoto.

## 1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA TECNOLOGÍA DEL CONCRETO LOCAL

Llevar a cabo la producción de un concreto que cumpla satisfactoriamente en sus dos estados con todos sus requisitos para las cuales fue diseñado, no representa una actividad sencilla; ya que las propiedades que adquiriera al final, estarán en función de muchas variables, propias del material como también externas; como el tipo de obra, condiciones climáticas y el grado de conocimiento del ingeniero o técnico responsable sobre la naturaleza, materiales, propiedades, selecciones de las proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad, y mantenimiento de los elementos estructurales del concreto.

Dentro de este contexto, en la ciudad de Tarapoto son escasas las obras en donde se lleve un control de todo el proceso de selección, diseño y producción del concreto, esta actividad de construcción tienen como responsable al ingeniero civil, pero que generalmente se mal acostumbra a que el maestro de obra se encarga del control de producción de concreto, cuya habilidad de este depende de su mayor o menor fortuna en haber asimilado algunos conceptos técnicos durante su experiencia laboral, pero que obviamente carecen de formación profesional, puesto que no existe ninguna institución en nuestro medio que le proporcione conocimientos permanentes al nivel requerido.

Por otra parte otro error que se comete es la utilización descontrolada del hormigón de la cantera del río Cumbaza en elementos estructurales, sabiendo que este material como hormigón no cumple con los requisitos granulométricos y resistentes que exigen las normas técnicas peruanas de agregados para concreto.

De esto podemos deducir 4 factores limitantes que generalmente hacen de la práctica de la tecnología del concreto hoy en día una actividad informal, sin el debido control mínimo de calidad establecido por las normas.

- No disponemos de una cantera cercana que nos proporcione agregados de calidad, esto genera que en casi todas las construcciones se utilice el hormigón del Cumbaza por razones de costo.
- En la mayoría de las construcciones, salvo las de mayor envergadura que son pocas, el proceso de selección de materiales, dosificación, producción y curado del concreto son encargados a maestros de obra, con ninguna o poca asistencia técnica por parte del ingeniero responsable, aún más considerando que estamos en una zona de temperaturas altas, y agregados de mala calidad, lo cual implica consideraciones especiales para la producción y curado del concreto.
- No existe ninguna institución de capacitación permanente para constructores, maestros de obra, etc. sobre práctica adecuada de la tecnología concreto considerando clima cálido, que permitan con esto ir minimizando los errores en la construcción.
- Hasta la fecha son pocos e insuficientes los estudios realizados sobre la selección de materiales, diseño de mezcla, producción y curado del concreto, que obedezcan a características tanto de nuestros materiales como de nuestro clima.

### 1.3. ALCANCES

Esta tesis se desarrolla dentro de uno de los aspectos de la tecnología del concreto que es el diseño de mezclas, todo lo referente a selección de materiales y procedimiento de dosificación de mezclas a nivel de laboratorio, no se consideraran las técnicas de control de calidad en la producción, transporte, colocación y curado de concreto en obra.

Por tratarse de un estudio experimental, la resistencia a compresión especificada que se obtengan de la rotura de las probetas de ensayo, estarán en función de las tres relaciones (agua / cemento) que se adoptarán ( 0.60, 0.65, 0.70), que obedecen a concretos de mediana a baja resistencia.

Los agregados a utilizar en la presente tesis pertenecen a las canteras del río Cumbaza y río Huallaga, la primera por que es la cantera más cercana y más utilizada por su menor costo de transporte, y la segunda por que es la cantera que nos proporciona un agregado grueso con buenas propiedades resistentes y buena graduación, esto nos permitirá tener dos agregados como base, que de repente no cumplan con los requisitos para su utilización en concreto en forma individual, pero mezclados apropiadamente como agregado global podemos obtener resultados técnicamente aceptables.

Apoyándonos en datos sobre curvas granulométricas y propiedades de resistencia obtenidas de tesis anteriores y en ensayos realizados por empresas particulares, sobre los agregados del Río Cumbaza, en donde se aprecia mayor presencia de finos, aproximadamente el 80%, consideramos para este estudio solamente el agregado fino de esta cantera, ya que el agregado grueso no presenta buena gradación y su resistencia mecánica al desgaste es mayor del 50%.

Para el agregado grueso se considera la cantera que está ubicada en el distrito de Shapaja (Río Huallaga), por presentar piedras de buena densidad, compactas y resistentes a la abrasión, y por otro parte menor distancia de transporte en comparación con la cantera de Puerto López (Río Huallaga).



La información que se obtenga de este estudio servirá como guía práctica y material de consulta a los profesionales, constructores y maestros de obra, en todo lo referente a dosificaciones de mezcla para concretos con materiales de las canteras del Cumbaza y Huallaga, y a los estudiantes de la FIC – UNSM, que tendrán un procedimiento de diseño de este método complementario, de tal manera que puedan hacer análisis comparativos a nivel de laboratorio y manifestar sus propias conclusiones y diferencias en comparación con el Método ACI, que es el único que hasta la fecha se enseña en nuestra facultad.

#### 1.4. LIMITACIONES

No se considera el uso de piedra chancada, puesto que su utilización en nuestro medio es muy limitado y se excluye del objetivo que perseguimos.

Las propiedades del concreto que evaluaremos serán: en el estado fresco su consistencia y peso unitario, y en el estado endurecido su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días, puesto que son los ensayos más importantes para evaluar su calidad.

## CAPITULO II

---

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes

El método del Módulo de finura del agregado global, se desarrollo por la inquietud del Investigador Stanton Walker, conjuntamente con el grupo de investigadores del laboratorio de concreto de la Universidad de Maryland, basadas en la inconsistencia del método propuesto por el ACI. Con el propósito de buscar un procedimiento en el cual la relación fino – grueso se modifique en función del contenido de la pasta en consideración al contenido de cemento en ésta.

El fundamento principal radica en que, el módulo de finura del agregado, sea fino, grueso o global es un índice de su superficie específica y que en la medida que ésta aumenta se incrementa la cantidad de pasta, así como que si se mantiene constante la pasta y se incrementa la finura del agregado disminuye la resistencia por adherencia.

Para poder establecer los porcentajes tanto de arena y piedra que permitan obtener una mezcla de buena gradación, densidad y por lo tanto un concreto más resistente, se utilizarán las llamadas curvas teóricas que simulan una granulometría óptima. *Esta afirmación se demuestra cuando el Profesor O. Graf en sus numerosos ensayos llegó a la conclusión que la calidad del concreto no depende solamente de la cantidad de cemento y si de la granulación y de la calidad de árido. El demostró que agregando en la misma cantidad de cemento mayor cantidad de áridos, pero siempre con granulometría más adecuada obtuvo cada vez mayores valores a compresión <sup>(1)</sup>.*

---

1. Casaprima E., Técnica y Práctica del Hormigón Armado, pág. 51

En 1907 los Norteamericanos Fuller, Thompson, basados en sus investigaciones enfatizan en la densidad del concreto, y en como lograrla aplicando la conocida "Curva de Fuller" para graduar el agregado a máxima densidad, posteriormente la experiencia demostró que las mezclas seleccionadas empleando esta curva tendían a ser ásperas y poco trabajables y requerían compactación vigorosa.<sup>(2)</sup>

En 1926, el Norteamericano Bolomey propone una curva teórica modificada a ser utilizada en granulometrías continuas, esta curva tenía una diferencia con respecto a la de Fuller y radicaba en que en el tercio inferior ésta contiene un volumen suficiente de partículas de tamaño menor como para asegurar una mezcla plástica y trabajable, la cual puede ser compactada fácilmente por medios manuales. Por otra parte en el libro *Tópicos de Tecnología del Concreto* editado por el CIP.(1997) cuyo autor es el Ing. Enrique Pasquel Carbajal, comenta a título personal sobre la aplicación de esta curva y considera en base a estudios experimentales desarrollados, que las mezclas diseñadas con esta curva adquieren con mayor aproximación las propiedades requeridas por el diseño.<sup>(3)</sup>

En la ciudad de Tarapoto existe información sobre tesis a cerca de la dosificación de mezclas de concreto, basados en el método ACI.<sup>(\*)</sup> No hay evidencia sobre estudios realizados a cerca de la optimización de Materiales, para mezclas de concreto, basados en el Método del Agregado Global y Módulo de Finura, sin embargo existen trabajos experimentales de tesis a cerca de la aplicación del método del agregado global y módulo de finura presentada por el Ing. Rafael Cachay Huaman en su libro *Diseño de Mezclas, aplicación de curvas granulométricas teóricas para diferentes agregados de las Canteras de Lima*, presentadas por el Ing. E. Pasquel C. edición (CIP), valores de módulos de fineza óptimos, y conocimiento sobre investigaciones a nivel de Laboratorio similares al tema desarrollados en la Pontificia Universidad Católica del Perú y ( Universidad Nacional de Ingeniería.

2.E. Riva López. *Diseño de Mezclas*, pag. 4

3.E. Pasquel Carbajal. *Tópicos de Tecnología del Concreto*, pag 191.

\* Tesis desarrolladas en la UNSM por: (Ing. Roger Meléndez, Ing. Keler Panduro, y Ing. E. Pinchi V.)

### 2.1.2. Justificación.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que en estos últimos diez años en la ciudad de Tarapoto se ha venido construyendo con mayor frecuencia obras de edificación de considerable envergadura, implicando así producir considerables volúmenes de concreto, en donde por la importante función que desempeña la estructura, requiere un control de calidad estricto, desde la selección de materiales, diseño de mezcla, hasta el control de producción y curado del mismo, actividades que se malacostumbra a obviar generalmente; y teniendo como referencia que en nuestro entorno el método ACI, es el que se aplica, y los agregados utilizados en su mayoría son extraídos de la cantera del Cumbaza, que no cumplen con los requisitos mínimos de gradación y resistencia que contemplan las normas peruanas, es de necesidad desarrollar otros métodos para poder determinar las proporciones de mezclas de concreto, que nos permita evaluar en primer lugar la calidad de nuestros agregados, y como poder optimizar sus propiedades para obtener concretos más económicos, densos, y durables.

Por tal razón el desarrollo y la aplicación de este estudio se justifica en el sentido de que permitirá establecer un procedimiento de diseño de mezclas de concreto que este en función directa de los materiales a utilizar, esto nos permitirá optimizar el uso de nuestros agregados y como ajustar al máximo la cantidad de cemento a utilizar, de acuerdo a la resistencia requerida.

## 2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Como podemos mejorar la calidad de los métodos para dosificación de concreto aplicados en la ciudad de Tarapoto, de tal manera que podamos obtener concretos cuyas propiedades, reflejen con mayor aproximación las características y propiedades de nuestros agregados.?

## 2.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.3.1. Objetivos General.

Desarrollar un trabajo experimental sobre dosificación de mezclas de concreto, que permita mejorar la calidad de los diseños de mezcla en la ciudad de Tarapoto, teniendo como variable principal las características y propiedades de nuestros agregado, en base a la aplicación del Método de agregado global y módulo de finura.

### 2.3.2. Objetivos Específicos.

- Optimizar en calidad resistente y granulométrica a los agregados de la cantera del Cumbaza y Huallaga mediante la combinación de ambos.
- Optimizar la cantidad de cemento portland a utilizar en mezclas de concreto para una consistencia plástica y resistencia específica, de 175Kg/cm<sup>2</sup> y 210Kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo a los agregados de la zona.
- Obtener una correlación de valores consistentes, entre la relación agua / cemento y la resistencia a compresión del concreto en función del modulo de finura del agregado global, que obedezca a características propias de agregados de la zona.
- Establecer Módulos de Finura óptimos y relaciones agregado / cemento, que sirvan como indicadores recomendables para posteriores diseños de mezclas.

## 2.4. MARCO TEÓRICO

### 2.4.1. NATURALEZA EL CONCRETO

El concreto es un producto artificial heterogéneo constituido por un sistema de dos componentes: los agregados y la pasta de cemento (Ver gráfico 1.0), y se caracteriza principalmente por presentar dos estados, el inicial que consiste en una estructura plástica con propiedades adhesivas y cohesivas favoreciendo su versatilidad y el segundo cuando posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción

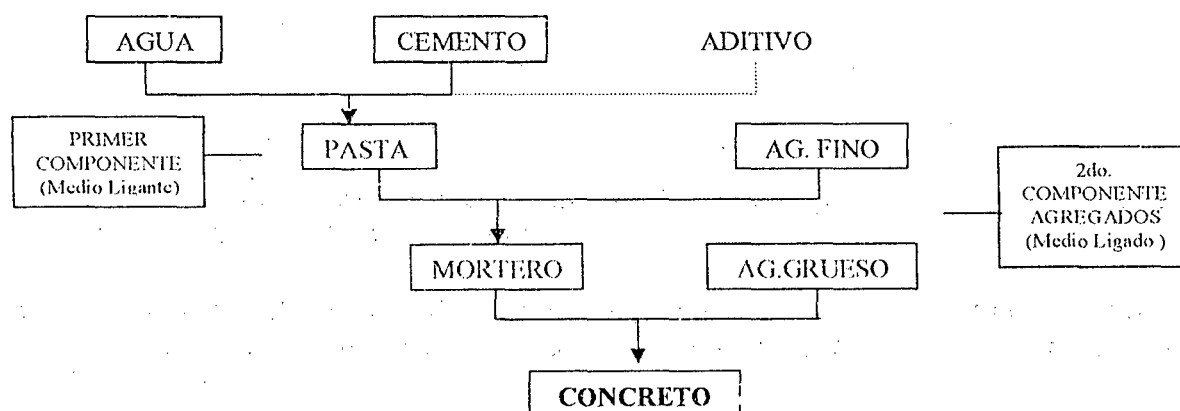


GRÁFICO 1 - COMPOSICIÓN DEL CONCRETO

El cemento y el agua constituyen la pasta que es el medio ligante, es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste, aglutinando de esta manera al agregado fino y agregado grueso.<sup>(4)</sup>

El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas entre si, sino que están separadas por espesores diferentes de pasta endurecida. En consecuencia, las propiedades del concreto estarán definidas por las propiedades de estos dos componentes (pasta y agregado) y por la presencia de interfases entre ellos.<sup>(5)</sup>

El concreto como cualquier material se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan la resistencia a la cual fue diseñada, lo que significa que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas.

Para poder comprender y dominar el uso de este material y aprovechar al máximo todas sus bondades, implica no sólo conocer su comportamiento como producto final, si no también la de sus componentes y su interrelación tanto en su estado fresco como endurecido. Ya que son los que le darán las características y propiedades particulares con relación a las propiedades que se desea. Por tal razón describiremos a continuación la importancia, función, composición y consideraciones de costo en cuanto a su empleo, así como también la influencia de la pasta y los agregados en sus propiedades resistentes.

#### 2.4.1.1. Importancia del Concreto.

La importancia radica en que el concreto es un material de uso universal en la construcción, esto se debe a las bondades que ofrece como material, como su buena resistencia a la compresión, al fuego, al intemperismo, su buena adherencia con el acero, su versatilidad que permite moldearse a

---

4.5. E. Riva López., *Naturaleza y Materiales del Concreto*, pag. 8

cualquier forma, y en el aspecto económico su ventaja frente a otros materiales ya que la mayor parte de los materiales constitutivos, con posible excepción del cemento por lo general están disponibles a bajo costo, localmente o muy cerca del sitio de construcción.

El diseño y la construcción con concreto representa uno de los mayores rubros de esta industria, siendo poco probable que se ejecuten obras en que no intervenga este material en alguna etapa del proceso constructivo, en la actualidad es el material de construcción de mayor uso en nuestro país, esto implica que el ingeniero constructor debe tener un conocimiento cabal del concreto en sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de las proporciones, proceso puesta en obra, control de calidad e inspección y mantenimiento de los elementos estructurales.

La principal limitación a las múltiples aplicaciones que se puedan dar al concreto es el desconocimiento de alguno de los aspectos ya indicados. Ello obliga al estudio y actualización permanente para obtener del concreto las máximas posibilidades que como material puede ofrecer al ingeniero.

#### **2.4.1.2. Funcionamiento del Concreto.**

Una estructura debe ser segura para que no colapse y funcional en su uso para que cumpla sus propósitos, el funcionamiento requiere que las deflexiones sean suficientemente pequeñas, que las grietas si existen se mantengan dentro de los límites tolerables, etc. Esto significa que el concreto debe absorber adecuadamente los esfuerzos internos de compresión de tal manera que la resistencia de la estructura sea la adecuada para las cargas que previsiblemente puedan llegar a actuar sobre ella. De aquí la importancia que tiene el diseño de mezclas de concreto desde la selección de materiales, elección del método para la dosificación, y el control en la producción del mismo, para garantizar esta funcionalidad.

La resistencia mecánica que adquiere el concreto es debido en gran parte a la capacidad de la pasta para adherirse a los agregados y soportar esfuerzos de tracción y compresión, este grado de adhesión de la pasta lo determina la relación agua / cemento (a/c), otro factor que incide en la resistencia del concreto está dado por la forma, textura y características mecánicas del agregado, así como un efecto puramente mecánico propiciado por el acomodo de estas partículas dentro de la matriz cementante.

El concreto es una estructura heterogénea, por lo tanto no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones, esto se debe principalmente a los diferentes materiales que intervienen, su variabilidad individual así como al proceso mismo de elaboración.

Un aspecto de importancia en la estructura del concreto endurecido se encuentra en el volumen de vacíos que presenta, ya que esta relacionado con la resistencia final que pueda adoptar. A mayor porcentaje de vacíos la resistencia disminuye. Este porcentaje inevitable de vacíos que presenta el concreto se debe a que gran parte del agua de mezcla cumple la función de lubricante en el estado plástico, y en la medida que la mezcla adquiere rigidez el agua se evapora, formándose así los poros o vacíos, que condicionan el comportamiento posterior del concreto, tanto en el grado de resistencia que adquiere como en su permeabilidad.

#### **2.4.1.3. Consideraciones de Costo en las mezclas de concreto.**

El propósito de un diseño de mezcla es dotar al concreto de ciertas propiedades mínimas especificadas tanto en el estado fresco como en el endurecido, requeridas de acuerdo al tipo de obra y función que va a desempeñar la estructura, todo esto producido con la mayor economía posible.

Considerando lo anterior, el costo de hacer concreto, igual que cualquier otro tipo de actividad de construcción, se compone del costo de materiales, del equipo y de la mano de obra. La variación en el costo del material surge del hecho de que el cemento es varias veces más costoso que el agregado, de manera que, al seleccionar las proporciones de la mezcla, es deseable evitar un alto contenido de cemento.



El uso de mezclas comparativamente económicas confiere también ventajas técnicas considerables, no solo en caso de concreto masivo donde la evolución de calor de hidratación excesivo puede causar agrietamiento, sino también en el concreto estructural donde, una mezcla rica puede producir una alta contracción y agrietamiento.

Otra consideración es que, producir concretos con agregados mal graduados, con módulos de finura bajos, demandara mayor consumo de pasta de cemento, puesto que al no contar con una compacidad máxima del agregado, se tendrá considerable volumen de vacíos entre partículas, los cuales deberán ser rellenados por la pasta de cemento, y debido a este exceso de pasta de cemento se generara mayor porosidad (poros gel y poros capilares), originando con esto dos desventajas para el concreto; menor resistencia y mayor permeabilidad.

Por lo tanto, es claro que no es conveniente equivocarse a favor de mezclas ricas, aun si se ignora el aspecto del costo. En nuestro medio como ya se dijo es usual trabajar con el hormigón del río Cumbaza lo que implica un consumo mayor de cemento para llegar a una resistencia a la compresión dada, y esto por dos razones; uno este material está compuesto de arena en un porcentaje aproximado de entre a 65% y 80 % y cuyo módulo de finura es bajo, aproximadamente ( $M_f = 2.00$ ), teniendo así una superficie específica alta, demandando mayor consumo de pasta, y segundo que el agregado grueso es de baja resistencia, dado que es un material poroso, de baja densidad, absorbente y cuya abrasión es mayor a 50%, lo que implica compensar estas deficiencias reduciendo la relación agua/cemento, y utilizando mayor material cementante para una trabajabilidad aceptable, generándose de esta manera más porosidad por presentar mayor concentración de cemento, y por lo tanto un concreto más permeable lo cual constituye una de las razones por las cuales en la ciudad de Tarapoto se observa con relativa frecuencia filtraciones en las losas de concreto.

#### 2.4.1.4. Composición del Concreto

##### a) La Pasta.

Es el resultado de la combinación química del cemento Pórtland con el agua. La pasta es el medio ligante, esta combinación produce una mezcla cuyas propiedades iniciales en estado fresco, y posteriormente en estado endurecido, dependen básicamente de la proporción relativa en que ambos componentes se mezclan. Si en la combinación predomina el agua, el resultado es una mezcla que tiende a comportarse como un líquido, y la cuál en términos prácticos se designa como una lechada de cemento; si por el contrario hay predominio de cemento, la mezcla se comporta como un líquido plástico, capaz de fluir sin perder continuidad, y entonces la mezcla se designa como una pasta de cemento. Cuantitativamente, las proporciones de las pastas de cemento se definen por la relación agua / cemento, en peso y sus valores usuales en el concreto convencional sin aditivos fluctúan entre 0.4 y 0.8, aproximadamente. La pasta comprende cuatro elementos fundamentales que tienen un papel importante en el comportamiento del concreto y son:

- El Gel, producto de la reacción química al mezclarse el agua y el cemento.
- Los poros incluidos en ella, llamados poros gel.
- El cemento no hidratado si existe.
- Los cristales de hidróxido de calcio, o cal libre, que puedan haberse formado durante la hidratación del cemento.

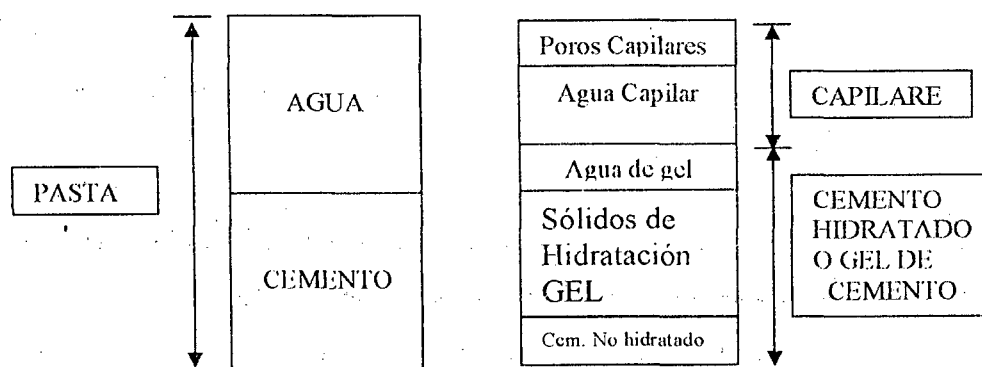


GRAFICO 2 - COMPOSICIÓN DE LA PASTA DE CEMENTO <sup>(6)</sup>

(6). Gráfico 2. Fuente: A.M. Neville y J.J. Brooks. Tecnología del Concreto, pag. 82

- Evitar el contacto entre superficies de agregado, ser nexos entre éstas.
- Llenar los vacíos entre las partículas y adherirse fuertemente a ellas.
- Proporcionar lubricación a la masa cuando ésta en estado fresco.
- Contribuir a dar las propiedades requeridas al producto final.

Otro aspecto de importancia que se tiene que considerar es la influencia de la pasta en el concreto, sin desconocer el papel fundamental que tiene el agregado en las características finales del concreto, el comportamiento de éste como material de construcción está directamente influenciado por las características de la pasta y propiedades finales de ella.

Para un cemento dado, las características y porosidad de la pasta dependen fundamentalmente de la relación agua / cemento y del grado de hidratación de éste; siendo mejores las propiedades del concreto y menor su porosidad cuando más baja es la relación (agua /cemento) de una mezcla trabajable y cuando mayor es la hidratación del cemento. Se representa en el (Gráfico 3), la influencia de las características de la pasta de cemento en la Resistencia del concreto.

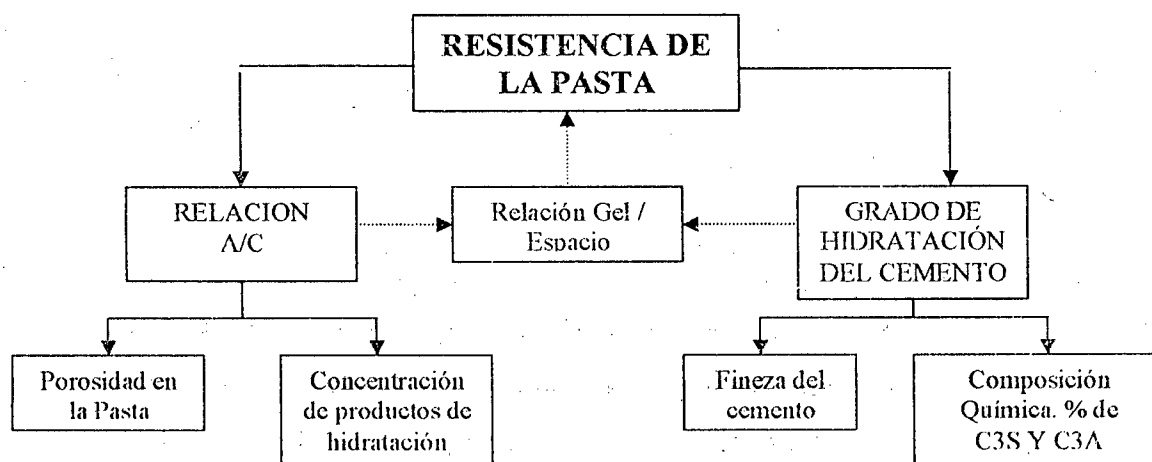


GRAFICO 3 – RESISTENCIA PASTA DE CEMENTO

Esta pasta tiene como parte fundamental al Gel, que se define como la parte sólida de la pasta, la cual es el resultado de la reacción química del cemento con el agua durante el proceso de hidratación, este gel desempeña el papel más importante en el comportamiento del concreto, especialmente en su resistencia y comportamiento elástico. A mayor cantidad de Gel dentro de la pasta mayor será la resistencia del concreto, ( mayor relación Gel / Espacio). Las razones de su resistencia aun no están claramente comprendidas, pero se acepta que intervienen dos clases de adherencia cohesivas: atracción física y adherencia química.

Aunque en la actualidad se siga investigando sobre la importancia de la influencia relativa de las adherencias física y química, no existe dudas sobre la importancia de la contribución de ambas a las propiedades finales de la pasta endurecida.

#### **b) El Agregado**

Viene a ser el conjunto de partículas inertes de origen natural o artificial, que conforman aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes del volumen total de concreto, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la norma NTP 400.011.

Es el medio ligado puesto que las partículas son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente. Están constituidos usualmente por partículas minerales de arenisca, granito basalto, cuarzo o combinaciones de ellos, y sus características físicas y químicas tienen influencia en prácticamente todas las propiedades del concreto.

La función principal del agregado en el concreto es que constituye un material de relleno que es compatible en resistencia con la pasta de cemento, esta compatibilidad permite al agregado reemplazar en cierto porcentaje a la pasta de cemento, formando una estructura resistente, reduciendo de esta manera la cantidad de pasta por unidad cúbica de concreto y por lo tanto el costo. El agregado en el concreto va a permitir reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento; de humedecimiento y secado, o de calentamiento de la pasta. Por otra parte el concreto al estar formado por una masa de partículas, será capaz de resistir las acciones mecánicas, de desgaste. O de intemperismo, que puedan actuar sobre el concreto.

De acuerdo a la practica usual del concreto el agregado se clasifica de la sgte manera:

**a. Por su Origen.**

**Agregados Naturales.-** Son los que se forman por procesos geológicos naturales, entre los principales grupos de agregados naturales se encuentran la arena y canto rodado de río, o cantera; las arenas naturales muy finas; la piedra pómez natural y la lava volcánica porosa. Los agregados obtenidos por trituración mecánica y tamizado de rocas se considera dentro de la clasificación de agregados naturales.

Estos agregados son los de uso más frecuente a nivel mundial y particularmente en nuestro país por su amplia disponibilidad tanto en calidad como en cantidad, lo que los hace ideales para producir concreto.

**Agregados Artificiales.-** Son los que se forman por un proceso industrial de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto. Algunos agregados de este tipo lo constituyen la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, la microsilice etc.

**b. Por su Gradación.**

Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena), siendo esta clasificación la más utilizada en el diseño de mezclas de concreto :

Se define como agregado fino a aquel que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el tamiz No 4, quedando retenido en el tamiz No 200. Y como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el tamiz No. 4.

**c. Por su Peso.**

De acuerdo a su peso unitario, dado por su densidad, los agregados se clasifican en :

Agregados Pesados. Cuando la gravedad específica es mayor de 2.75.

Agregados Normales. Cuando la gravedad específica esta entre 2.5 y 2.75;

Agregados Livianos, Cuando la gravedad específica es menor a 2.5

Cada uno de estos agregados marca comportamientos diversos con relación al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y usos para cada caso.

**d. Por su Perfil.**

De acuerdo a su perfil las partículas de agregado comprenden siete grupos:

Perfil Redondeado.- Comprende aquellas partículas totalmente trabajadas por el agua o completamente perfiladas por desgaste o frotamiento, tales como la grava de río o de mar.

Perfil Angular.- Comprende las gravas naturalmente irregulares o parcialmente perfiladas por desgaste y que tienen caras redondeadas, tales como las gravas de cantera de aluvión.

Perfil Laminado.- Comprende aquellas partículas en las cuales el espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones.

Perfil Semiangular o Semiredondeado.- Comprende aquellas partículas algunos de cuyos ángulos están formados por la intersección de caras rugosas y otras que son redondeadas y tienden a serlo.

Perfil Elongado. - Comprende aquellas partículas, generalmente angulares, en las cuales la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.

Perfil Laminado. - Comprende aquellas partículas que tienen la longitud considerablemente mayor que el ancho, y esté considerablemente mayor que el espesor.

Esta clasificación es la más usada en la práctica, Existen otras clasificaciones como son su petrografía, textura superficial, propiedades químicas, y algunas más, que no son motivo de desarrollo en la presente tesis.

No podemos restarle importancia a la influencia del agregado en las propiedades del concreto, tanto su granulometría, perfil, textura, densidad, resistencia y composición química resultan parámetros determinantes para la elaboración de un buen concreto, puesto que describiremos las principales relaciones de este material con las propiedades del concreto. A efectos de tener en cuenta estas consideraciones y asumir un criterio técnico al momento de interpretar y discutir los resultados en laboratorio.

La resistencia a la compresión del agregado deberá ser tal que permita desarrollar totalmente la resistencia potencial de la matriz cementante. Generalmente en este aspecto no existen problemas dado que el valor mínimo de resistencia a la trituración de las rocas promedio varía de 700 a 3500  $\text{kg/cm}^2$ .<sup>(7)</sup>

Las granulometrías discontinuas quitan trabajabilidad a las mezclas y a medida que la discontinuidad aumenta por ausencia de determinadas fracciones granulométricas, también disminuye la trabajabilidad.

La trabajabilidad del concreto está determinada, entre otros factores, por las características, granulometría, y proporción de los agregados fino y grueso, por cuanto dichos factores regulan la cantidad de agua necesaria para producir un concreto trabajable.<sup>(8)</sup>

---

(7). (8). E. Riva López., *Naturaleza y Materiales del Concreto*, pag. 234. 205

El grado de dureza de los agregados en el concreto influyen en el requerimiento de agua, puesto que cuando tenemos un agregado con baja dureza se incrementan los requerimientos de agua con modificación de la relación agua/cemento  $R(a/c)$  y disminución de su resistencia, al aumentar la cantidad de los finos de la mezcla por destrucción durante el mezclado.<sup>(9)</sup>

Con relación a la dureza del agregado este esta dada por su resistencia al desgaste por erosión o abrasión. Ella depende de los elementos constituyentes del agregado, y se determina mediante el ensayo de abrasión de los Angeles de acuerdo a ASTM C 131. Este ensayo puede no ser determinante en caso de concreto para estructuras, pero si lo será en pavimentos y obras hidráulicas.

Este mayor volumen que ocupa el agregado en el concreto con respecto a los demás constituyentes, explica que las características físicas, químicas, y mecánicas de los agregados tienen efecto importante no sólo en el acabado y calidad final del concreto; sino también sobre la trabajabilidad y consistencia al estado plástico, así como su durabilidad, resistencia, propiedades elásticas y térmicas, cambios de volumen y peso unitario del concreto endurecido.

De esto se deduce que un agregado de buena resistencia mecánica y con buena granulometría nos dará como resultado un concreto compacto y económico, de aquí se explica que las investigaciones se centran en buscar granulometrías totales, que establezcan límites granulométricos y que permitan mediante la mezcla adecuada de agregados fino y grueso producir concretos de calidad y económicos, que es lo que se pretende demostrar en esta tesis, optimizando la granulometría y propiedades mecánicas de los agregados utilizados en la ciudad de Tarapoto.

---

(9). E. Riva López, *Naturaleza y Materiales del Concreto*, pag. 234



#### 2.4.1.5. Propiedades del Concreto en estado fresco.

##### a. Trabajabilidad.

Partiendo de que la trabajabilidad es un fenómeno relativo ya que varia en función de las condiciones manuales y mecánicas de obra, del tipo de elemento que se quiera vaciar, de las características y proporción de los materiales a utilizar y que hasta la fecha no existe un método de ensayo normalizado para cuantificarla, existe diferencias de algunos autores en su definición, puesto que tomaremos como referencia las que da el ACI, y el ASTM, definiéndola como, la propiedad del concreto fresco que determina el mayor o menor grado de facilidad con la cual este se puede mezclar, y de acuerdo al tipo de obra, transportar, colocar y compactar, sin presentar segregación y con una exudación mínima.

La importancia que tiene la trabajabilidad en las mezclas de concreto, radica en que mezclas trabajables van a permitir un mayor rendimiento de la mano de obra desde el mezclado, transporte, compactado y acabado del concreto en obra, independientemente que se requieran diferentes trabajabilidades de acuerdo al tipo de obra. Esta influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa.

Ya que como se dijo la trabajabilidad en el concreto no es solamente una propiedad intrínseca del mismo, si no que también depende de factores extrínsecos, de ahí que controlarla y cuantificarla resulta un poco complejo. Sin embargo, se puede llegar a una aproximación mediante la reología, que es la ciencia que estudia el flujo o desplazamiento de los materiales y establece 3 conceptos que permiten enfocar con más precisión el comportamiento neológico del concreto en estado fresco y por consiguiente su trabajabilidad.

Se presentan a manera de ilustración y de manera sucinta estos tres parámetros que sirven para evaluar la trabajabilidad, ya que los métodos para cuantificarlos no son convencionales y no se utilizan en la práctica de la tecnología del concreto.

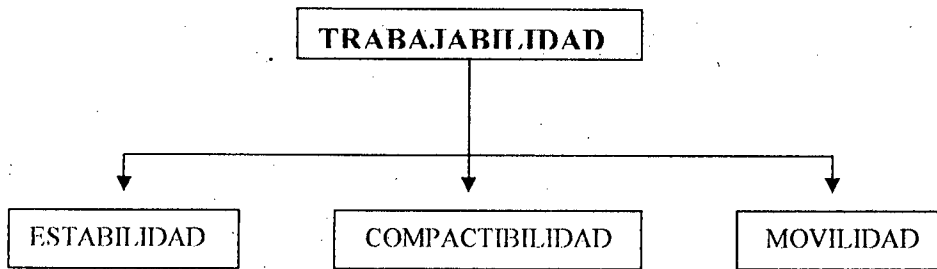


GRAFICO 4 – ASPECTOS QUE DETERMINAN LA TRABAJABILIDAD

**Estabilidad.** Esta característica se refiere a la resistencia que las mezclas oponen para exudar y segregar agua; en otras palabras representa su disposición para conservarse homogénea. Se cuantifica por medio de la exudación y la segregación evaluadas con métodos estándar que permiten comparar dichas características entre varios diseños, siendo obvio que se deba obtener los valores mínimos. Debe tenerse en cuenta que estos dos fenómenos no dependen expresamente del exceso de agua en la mezcla si no del contenido de finos y de las propiedades adherentes de la pasta.

**Compactibilidad.** Es la facilidad con que las mezclas de concreto permiten la remoción del aire atrapado durante el moldeo, a fin de lograr un alto grado de compactación en el concreto endurecido. Esta facilidad se determina evaluando la cantidad de trabajo que se necesita para la compactación total, y se denomina factor de compactación, y consiste en el cociente entre la densidad suelta del concreto en la prueba dividido entre la densidad del concreto compactado. La trabajabilidad es también una propiedad vital de todo lo que se relaciona con el producto terminado, puesto que el concreto debe contar con una trabajabilidad tal que permita la compactación con densidad máxima mediante una razonable cantidad de trabajo, o con la cantidad que estemos dispuestos a darle en ciertas circunstancias.

La necesidad de compactación se vuelve obvia cuando estudiamos la relación que existe entre la compactación y la resistencia resultante. Es conveniente expresar la primera de ellas como una relación de la densidad es decir, la relación entre la densidad real de determinado concreto y la densidad de la misma mezcla cuando esta totalmente compactado.

Asimismo, la relación de la resistencia del concreto parcialmente compactado con la resistencia de la mezcla totalmente compactado se puede llamar relación de resistencia. El Gráfico (5) muestra la vinculación entre las relaciones de resistencia y de densidad.

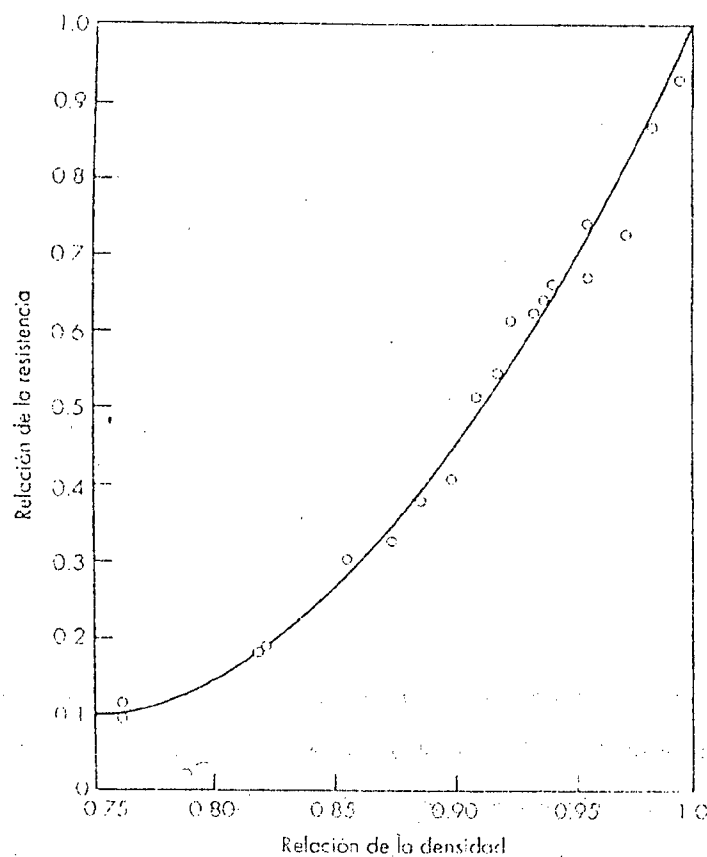


Fig. 5.1. Relación entre la proporción de la resistencia y de la densidad. (Glanville, W. H., A. R. Collins y D. D. Matthews, "The grading of aggregates and workability of concrete", Road Research Tech. Paper No. 5, H. M. S. O., Londres, 1950, Crown copyright.)

GRAFICO 5 – RELACIÓN RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Vs. DENSIDAD<sup>(10)</sup>

(10). A.M. Neville y J.J. Brooks. *Tecnología del Concreto*, pag.66

**Movilidad**. Representa la aptitud de las mezclas de concreto para deformarse y fluir mediante un trabajo externo. Se evalúa en función de la viscosidad, cohesión y resistencia al corte. La viscosidad viene dada por la fricción entre las capas de la pasta de cemento, la cohesión es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados y la resistencia al corte la provee la habilidad de las partículas de agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta.

Estos tres conceptos que establecen características de trabajabilidad de un concreto determinado, son de mucha importancia para realizar evaluaciones al menos cualitativas del estado fresco, ya que las pruebas desarrolladas en la actualidad para medir estos parámetros son aplicables a nivel sofisticado en laboratorio por su complejidad. Sin embargo presentaremos los criterios que tendremos en cuenta en el proceso de dosificación de la mezcla de la presente tesis, a efectos de obtener un concreto trabajable desde el punto de vista cualitativo.

El concreto deberá ser lo suficientemente trabajable para que con los encofrados, cantidad y espaciamiento del refuerzo, procedimiento de colocación, y técnicas de consolidación utilizadas, se pueda llenar completamente todos los espacios alrededor del refuerzo y permitir que la masa fluya en las esquinas y contra la superficie de los encofrados a fin de lograr una masa homogénea.

Presentamos algunos criterios a tener en cuenta en los ensayos, para evaluar la trabajabilidad resultante de acuerdo a los agregados utilizados:

- Ya que la granulometría del agregado fino tiene influencia sobre la trabajabilidad, es deseable que no menos del 10% y de preferencia no menos del 15% de aquel pase el tamiz No.50, igualmente se recomienda para el porcentaje acumulativo que pase el tamiz No.100 valores del 2% al 10%.
- La norma ASTM C33 complementa el requisito anterior con el que no mas del 45% de agregado fino sea retenido por 2 tamaños consecutivos de los tamices No.100 , No.50 , No.30 , No.16 y No.8. Igualmente que el módulo de finura del agregado sea mantenido entre los valores de 2.3 y 3.1, esta última consideración se basa en el hecho que cuanto menor es el modulo de fineza, dentro de los limites indicados, mayor es el lubricante del agregado fino,

pudiéndose emplear menor cantidad de éste y mayor cantidad de agregado total en mezclas sin que este deje de ser trabajable.

- En relación con el perfil del agregado grueso, está demostrado que la piedra partida, cuando se le compara con el agregado de perfil redondo, requiere mayor cantidad de agregado fino para compensar el perfil angular de las partículas, en orden a obtener una mezcla comparable en trabajabilidad a aquellas en las que se emplee grava.
- Los cambios de angulosidad del agregado tienen un efecto más importante sobre la trabajabilidad que los que pueden presentarse en el espesor de aquél. Y en general un incremento en la angulosidad induce a una reducción en la trabajabilidad.
- El empleo de partículas de perfil chato y alargado obliga, por su mayor área superficial, a diseñar mezclas ricas en agregado fino, por tanto, a emplear mayores cantidades de cemento y agua. Si este tipo de partículas en el conjunto en un porcentaje moderado, no mayor del 5 % no tiene efecto importante sobre la trabajabilidad.

Todas estas recomendaciones tanto en la selección y proporción de los materiales como la inspección visual del concreto fresco resultante, están basados en la experiencia y en resultado de investigaciones, estas consideraciones nos servirán para poder evaluar por lo menos indirectamente la trabajabilidad del concreto en laboratorio.

#### **b. Consistencia.**

Es una propiedad que determina el contenido de humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la misma, está relacionado con el 2do. y 3er. aspecto de la trabajabilidad ( compactibilidad y movilidad )según el ACI 309, por lo tanto no está asociada con el aspecto de la estabilidad, o, aptitud para conservarse homogénea.

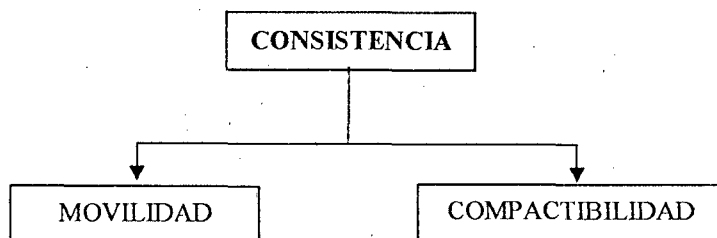


GRAFICO 6 – ASPECTOS QUE DETRMINAN LA CONSISTENCIA

Es por esta razón que a la consistencia se le asocia con la trabajabilidad, debido a esto la evaluación de la consistencia de las mezclas de concreto permiten juzgar una parte importante de su trabajabilidad, pero requiere complementarse con otras evaluaciones relativas a su estabilidad, para obtener una información integral a cerca de esta importante característica del concreto en estado fresco.

La evaluación de la consistencia se da por la prueba de asentamiento o revenimiento, corresponde los menores asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas. Teniendo en cuenta que la consistencia tiene relación con la compactibilidad y movilidad aspectos que a su vez están relacionados con la trabajabilidad podemos decir que esta propiedad es representativa de la resistencia que esta opone para deformarse y fluir, lo que permite establecer entonces los “Grados de Consistencia”. (Ver Tabla 01) Para evaluar estos grados de consistencia es usual en nuestro medio emplear la prueba del cono de Abrams que mide el asentamiento que sufre el concreto en estado fresco.

TABLA. No.01. GRADOS DE CONSISTENCIA <sup>(11)</sup>

Designación de Consistencia	Revenimiento ( Pulg.)
Consistencia Seca	0 – 2”
Consistencia Plástica	3 – 4”
Consistencia Fluida	> 5”

(11). Carlos Salcedo de la Vega, Tecnología del Concreto, pag. 19

Al controlar el asentamiento, se controla directamente la uniformidad en la consistencia e indirectamente el volumen unitario de agua, la relación a/c y las modificaciones en la humedad del agregado.

Considerando que la consistencia requerida este en función del tipo de estructura a vaciar , para lograr una trabajabilidad adecuada, el ACI presenta, la sgte. Tabla:

TABLA No. (02). REVENIMIENTO RECOMENDADO PARA DIVERSOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN<sup>(12)</sup>

Tipos de Construcción	Revenimiento en Cm.	
	Máximo	Mínimo
Muros y Zapatas de cimentación de concreto reforzado	8	2
Zapatas Simples, cajones y muros de subestructura.	8	2
Vigas y muros de concreto reforzado	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y Losas	8	2
Concreto Masivo.	5	2

Las variaciones en el asentamiento son un índice de las modificaciones en la dosificación de la mezcla, presentamos algunas consideraciones de importancia basadas en experiencias e investigaciones , que tendremos en cuenta para evaluar la consistencia.

Si al efectuar la prueba del revenimiento obtenemos un asentamiento mayor al indicado por el diseño es indicativo que la granulometría total se ha vuelto más gruesa, en consecuencia el módulo de finura se incrementó disminuyó la superficie específica, pero todo sin cambiar la relación a/c. En consecuencia el asentamiento aumentó, no por que se haya añadido más agua al diseño si no por que la mezcla requiere menos agua debido a cambios en la gradación de los agregados.

(12). Juan Harman I. Tecnología del Concreto, pag.46

Para un mismo contenido de pasta, el empleo de agregados de perfil esférico tiende a disminuir la consistencia. Igualmente el empleo de partículas de agregado grueso de textura superficial suavizada permite obtener mezclas menos consistentes.

Si el agregado tiene forma angulosa y textura rugosa se requiere mayor cantidad de agua.

Si el tamaño máximo de agregado se incrementa entonces se reduce el contenido de agua.

Las arenas más finas pueden obligar a incrementar la relación  $a/c$ , lo que puede significar consistencias más altas y, a igualdad de estas menores resistencias.

El efecto del agregado fino sobre la consistencia es mayor que el del agregado grueso debido a su mayor superficie específica. En mezclas de alto contenido de material cementante la cantidad de agregado fino puede reducirse significativamente sin pérdida importante de la consistencia.

### **c. Compacidad.**

Es un factor característico de la trabajabilidad y está relacionado con la compactibilidad, y es la propiedad que debe tener todo concreto de modo que en un volumen fijo quepa la mayor cantidad de agregado grueso y la mayor cantidad de pasta. En estas condiciones se obtendrá un concreto muy denso de gran resistencia y más impermeable; es decir, muy estable cuando esta endurecido.

Este concepto es importante puesto que el procedimiento de diseño que emplearemos en la presente tesis para determinar las proporciones del concreto, estará basado en la optimización granulométrica mediante la mezcla adecuada de agregados fino y grueso, que nos permita obtener una máxima densidad y en consecuencia dotar al concreto de una compacidad tal que adquiera buena resistencia e impermeabilidad.



#### d. **Peso Unitario.**

El peso unitario del concreto es el peso varillado de una muestra representativa del concreto. Se expresa en Kg/m<sup>3</sup>. Las variaciones del peso unitario de una mezcla se deben al tipo de agregado empleado, es por ello que se puede clasificar en :

- Concretos Normales (2200 - 2500 kg/m<sup>3</sup>)
- Concretos Livianos (600 - 1800 kg/m<sup>3</sup>)
- Concretos Densos (2700 - 4500 kg/m<sup>3</sup>)

El objetivo es determinar el grado de densidad del concreto, comprobando el rendimiento de las mezclas, el contenido de cemento, así como el contenido de aire. Igualmente nos permite formarnos una idea de la calidad de los concretos y su grado de compactación.

#### e. **Contenido de Aire.**

Esta es una propiedad que tiene todo concreto, puesto que el aire es un volumen integrante de una mezcla y su presencia es inevitable. La importancia radica en el porcentaje de aire que contenga una mezcla y el cómo manejarlo para que su presencia no afecte las propiedades requeridas.

El contenido de aire influye en concretos que no hayan tenido una buena dosificación, transporte y compactación, originando cangrejas formando un porcentaje de aire indeseable, constituyéndose en vías de ataque para los agentes climáticos.

Una cantidad significativa de material que pase la malla No. 200, especialmente en la forma de arcilla, puede reducir el contenido de aire en el concreto y obligar a que se emplee más aditivo incorporado de aire para obtener los mismos resultados.

#### f. Segregación.

La segregación representa el estado opuesto de la homogeneidad ya que se define como la descomposición mecánica del concreto fresco en sus partes constituyentes cuando el agregado grueso tiende a separarse del mortero.

Esto se origina por la diferencia de densidades entre los componentes del concreto lo cual provoca una tendencia natural a que las partículas más pesadas descendan pero teniendo en consideración que la densidad del mortero es sólo un 20% menor que la de los gruesos (para agregados normales), lo cual sumado a su viscosidad produce que el agregado grueso generalmente quede suspendido e inmerso en la matriz. Implica entonces que la falta de viscosidad del mortero producida por insuficiente concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o granulometría deficiente, origina la segregación.<sup>(13)</sup>

Otras causas de segregación menos usuales puede ser el empleo de agregado grueso cuya gravedad específica difiere apreciablemente de la que tiene el agregado fino. Otra puede ser el empleo del agregado grueso cuyo tamaño máximo en relación con las dimensiones del elemento estructural.

Este es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciéndose en el elemento llenado bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejas, etc. Lo que implica un deficiente comportamiento estructural del elemento, la segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo mayor cuando mas humedad es esta y menor cuanto mas seca es.

En la etapa de producción de concreto en obra se tiene que tener bastante cuidado, puesto que generalmente los procesos de transporte, colocación y compactación del concreto son las causas externas del fenómeno de segregación.

---

(13). E. Pasquel Carhjal. *Tópicos de Tecnología del Concreto*, pag. 137

#### g. Exudación.

Propiedad por la cual una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie de concreto. Este proceso es inevitable, pues es una propiedad inherente a su estructura y se inicia momentos después que el concreto ha sido colocado y consolidado en los encofrados, Originándose en su interior un proceso físico de reacomodo de sus componentes por efecto de la fuerza de gravedad, según el cual los mas pesados tienden a descender y los más ligeros permanecen en su posición o son forzados a ascender hacia la superficie de la masa del concreto. El fenómeno esta gobernado por las leyes físicas del flujo de un liquido en un sistema capilar antes que el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades.

Cuando se aprécia una exudación excesiva, debe adoptarse medidas en su granulometría para controlar o eliminar los efectos negativos que pudiera tener en el resultado final. Una forma de contribuir a controlar la exudación es el empleo de una combinación adecuada de arenas gruesas y finas, a fin de incrementar la superficie específica y disminuir el volumen de exudación .

#### 2.4.1.6. Propiedades Principales del Concreto Endurecido.

##### a. Elasticidad.

Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga sin tener deformación permanente se considera una medida de la resistencia del material a deformarse, ya que las mezclas más ricas tienen mayor módulo de elasticidad y por consiguiente mayor capacidad de deformarse que las mezclas pobres.

Basándose en el diagrama Esfuerzo Vs. Deformación, notamos que el concreto no es un material elástico, sin embargo podemos definir “ el modulo de elasticidad estático”, que se utiliza como parámetro de diseño estructural mediante una recta tangente a la parte inicial del diagrama, o una recta secante que une el origen del diagrama con un punto establecido que normalmente es un porcentaje de la tensión última.

## **b. Resistencia**

Es la propiedad por la cual el concreto determina su capacidad para soportar cargas y esfuerzos sin romperse, siendo la resistencia a la compresión la que establece su calidad. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresado en términos de  $R/a/c$  en peso, también está en función del tipo, características físicas y químicas de sus materiales constituyentes como calidad y tipo de cemento, calidad resistente y granulométrica de agregados, como también factores externos, la temperatura, técnicas de mezclado, transporte, colocación, compactación y curado del concreto.

Un factor indirecto y de importancia lo constituye el curado puesto que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegaría a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

La relación agua /cemento es el factor quizá mas importante que determina el grado de resistencia que adopta un concreto totalmente compactado, que definió Duff Abrams en 1918 "ley de Abrams" y estableció que para un conjunto dado de materiales y condiciones de trabajo, el factor determinante de la resistencia era la relación agua / cemento de diseño, en la que se excluye el agua absorbida por el agregado . En esta teoría las resistencias son mayores con la disminución de la relación agua /cemento.

Pero no olvidemos que los agregados son materiales que representan aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes de la unidad cúbica de concreto, lo cual influye dependiendo de su forma, textura, dureza, tamaño máximo, granulometría en las propiedades resistentes del concreto. Esto llevo a que en 1923 el Norteamericano Gilkey observe la ley de Abrams y sostenga que el agregado no es un material inerte de relleno y plantea su primera teoría en cuanto a la resistencia del concreto y quizás la más aceptable hasta nuestros días.

Para determinado cemento y agregados aceptables, los siguientes factores afectan la resistencia que pueda lograrse con una mezcla de cemento, agregados y agua. ( en las mismas condiciones de mezclado, curado y probado.) trabajable y adecuadamente colado.

- Relación entre el cemento y el agua de mezclado
- Relación entre el cemento y el agregado.
- Granulometría; textura superficial, forma, resistencia, rigidez de las partículas de agregado.
- Tamaño máximo del agregado.

Aunque el factor relación a/c influye en mayor grado en establecer la resistencia de un determinado concreto con relación a los demás factores, no podemos restarles importancia a los demás constituyentes puesto que, como señalaron posteriormente los investigadores Stanton Walker y Bloem, la resistencia del concreto proviene de:

- La resistencia del mortero.
- La adherencia entre el mortero y los agregados.
- La resistencia de las partículas de los agregados.

Posteriormente a finales de la década de los 60 se determina la relación Gel / Espacio, establecida por el Investigador Powers en la cual dice que: “ La resistencia con cualquier relación agua / cemento depende del grado de hidratación del cemento, de sus propiedades físicas y químicas, de la temperatura a la que ocurre la hidratación, del contenido de aire del concreto, de los cambios de relación efectiva a/c y de la formación de fisuras debidas al sangrado”. Esto se entiende que cuanto mayor es la cantidad de cemento hidratado o gel, mayor será la resistencia, esto significa que el tipo de cemento definirá este grado de hidratación .

La relación gel / espacio se define como la que existe entre el volumen de la pasta de cemento hidratada y la suma de los volúmenes de cemento hidratado y de los poros capilares. Esto significa a mayor relación gel / espacio mayor resistencia.

Estas relaciones que influyen en menor o mayor grado sobre la resistencia del concreto son quizá las más importantes puesto que sirvieron como base para posteriores investigaciones, también podemos mencionar que paralelamente a estos estudios hubieron otras investigaciones, como por ejemplo Invest. Popovich, con la teoría de la influencia del tamaño máximo del agregado, o también Invest. Walker que inicio trabajos sobre resistencia por adherencia pasta / agregado y otros más. Estos estudios permitieron conocer mas el comportamiento del concreto en sus dos estados y fueron punto de partida para la evolución de la tecnología del concreto, lo cual permite hoy en día tener métodos de dosificación con mayor precisión y optimizar así mas el uso de los materiales.

#### 2.4.2. CONCRETO CON AGREGADO GLOBAL

En términos generales, la resistencia del concreto depende de tres factores; la calidad de pasta expresado en la relación agua / cemento, la calidad de los agregados expresado en términos de su tamaño máximo, granulometría, perfil, textura y composición mineralógica y la relación de compatibilidad entre ambos expresado en términos de trabajo en conjunto, y el acomodo de las partículas dentro de la matriz cementante. ( Ver Gráfico 7 ).

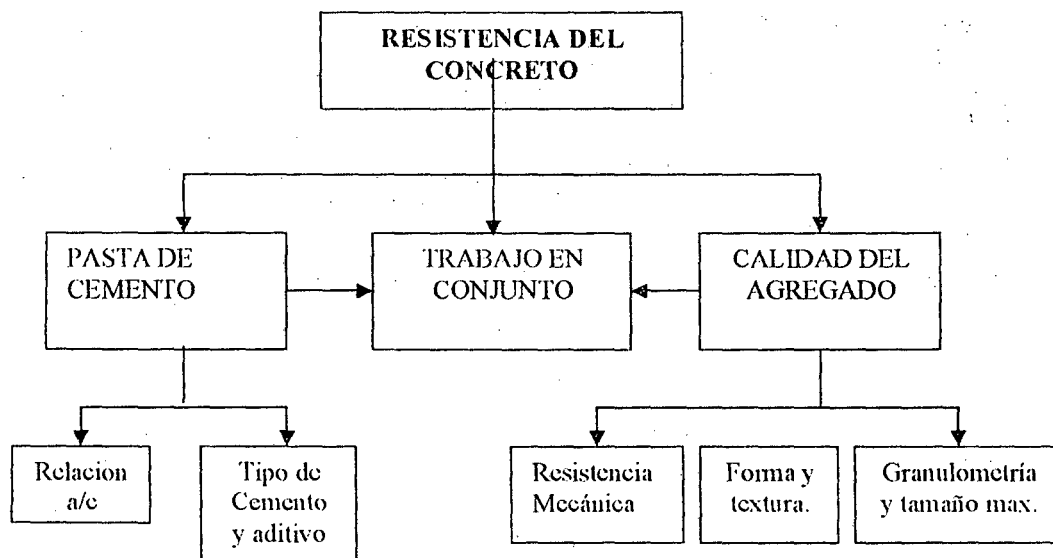


GRÁFICO. 7 FACTEROS QUE INFLUYEN EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

El gráfico anterior representa un esquema general, como dijimos el agregado por su condición como material representa una variable en la elaboración de concreto, pero también para un agregado con su granulometría propia, las características del material incluida esa granulometría, influye en la mezcla de concreto de dos formas : una sobre las relaciones del triángulo formado por ; la dosis de cemento , trabajabilidad y relación agua cemento, (ver gráfico 8 ) y otra directamente sobre la resistencia del concreto, es decir en la relación agua/cemento – resistencia. El balance de ambas acciones es el que evalúa la calidad del agregado para fabricar concreto.

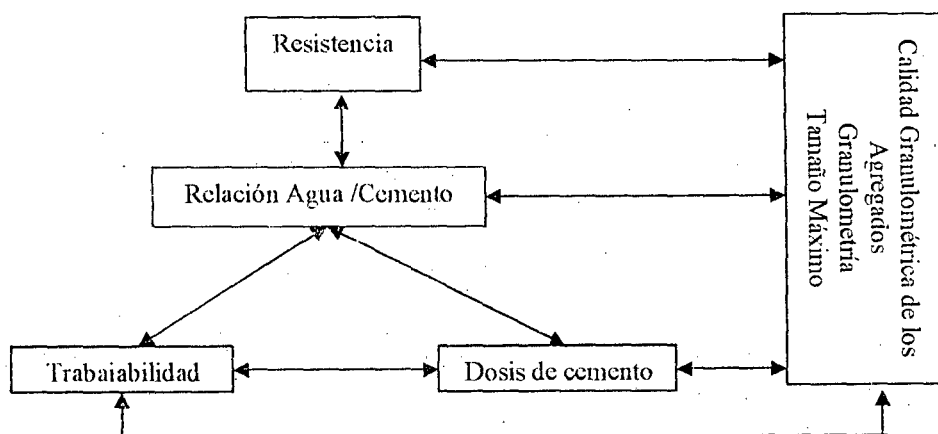


GRAFICO.8. INFLUENCIA DE LAS PROPIEDADES DEL AGREGADO EN LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Así a medida que aumenta el tamaño máximo del agregado se dificulta su manejo y se favorece la posibilidad de segregación. Sin embargo el concreto es más barato y se requiere menos pasta para una misma trabajabilidad, o la misma cantidad de cemento puede ser trabajada con menos agua, y por lo tanto, por este concepto, se puede obtener mayores resistencias.

Por otra parte, los tamaños grandes de agregado son perjudiciales directamente para el mecanismo resistente debido a que la distribución de los esfuerzos y el mecanismo de fractura son desfavorables: O sea que, por este otro concepto a medida que aumenta el tamaño máximo de agregado disminuye la resistencia para una relación agua cemento constante. En los tamaños máximos menores predomina el primer concepto y la resistencia aumenta con el tamaño.

En cambio a partir de cierto tamaño del agregado se hace preponderante el segundo efecto y la resistencia vuelve a disminuir. Esto sucede aproximadamente para los tamaños entre  $\frac{1}{2}$ " y 1", que son los que se pueden, a igualdad de todas las otras condiciones, obtener las resistencias máximas.

Al producir concreto con agregado global debe tenerse en cuenta que las variaciones que ocurran en las fuentes de suministro de los agregados como granulometría total y tamaño máximo sean mínimas, puesto que el método se basa en su estudio granulométrico global, puede admitirse pequeñas variaciones en la granulometría y en tamaño máximo de los agregados, así como en el contenido de cemento y en la trabajabilidad del concreto, puesto que no van a afectar apreciablemente la resistencia siempre y cuando la calidad de la pasta de cemento definida por la relación a/c se mantenga constante.<sup>(14)</sup>

---

(14) R., Cachay Huaman. *Diseño de Mezclas (Método del Agregado Global y Módulo de Finura)* UNI, pag. 22



### 2.4.3. MATERIALES PARA CONCRETO.

#### 2.4.3.1. **Cemento.**

##### a. Aspectos Generales.

El cemento es todo material pulverizado que tiene la propiedad de absorber agua con facilidad, y en presencia de esta es capaz de unir partículas de una o más sustancias, dotándolas de cohesividad, y posteriormente rigidez. Por estas razones se considera un aglomerante hidrófilo, que endurece tanto bajo el agua como al aire, quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

***El cemento portland.*** - Es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante su molienda.

Es en 1824 después de numerosos estudios para encontrar un aglomerante que adquiriera buena resistencia tanto bajo el agua y expuesto al aire, que Joseph Asphín albañil Inglés desarrolló el proceso industrial del “Cemento Pórtland”, el nombre lo atribuyó puesto que este producto tenía similar apariencia en color y resistencia con las piedras de la cantera Pórtland de Inglaterra.

El cemento Pórtland se obtiene por la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcilla, mas un porcentaje mínimo de yeso. El proceso para la obtención del cemento Pórtland se inicia con el chancado primario de la materia prima a un tamaño del orden de 5 “de diámetro”, y luego se procesa este material en una chancadora secundaria que las reduce a  $\frac{3}{4}$ ” de diámetro, posteriormente los materiales son molidos hasta ser convertidos en un polvo fino impalpable, en esta etapa son dosificados y mezclados en proporciones convenientes para el tipo de cemento que se desea obtener.

La mezcla es posteriormente introducida a un horno giratorio en donde la temperatura promedio es de 1300 °C . Aprox. , que produce primero la evaporación del agua libre luego la liberación del CO<sub>2</sub> y finalmente en la zona de mayor temperatura se produce la fusión de alrededor de un 20 a 30 % de la carga y es cuando la cal , la sílice y la alumina se vuelven a combinar aglomerándose en nódulos de varios tamaños, usualmente de ¼" a 1" de diámetro de color negro característico, relucientes y duros al enfriarse denominado "Clinker de Cemento Portland".

En la etapa final el Clinker es enfriado y molido conjuntamente con el yeso en pequeñas cantidades ( de 3 a 6%), con el fin de controlar el endurecimiento violento, el producto es un polvo muy fino que contiene hasta  $1.1 \times 10^{12}$  partículas /Kg. Y que pasa completamente el tamiz No.200. La Norma Técnica Peruana establece los requisitos que deben cumplir los cinco tipos de cementos Portland definidos como sigue:

Tipo I : Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.

Tipo II: Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.

Tipo III: Para utilizarse cuando se requiera altas resistencias iniciales.

Tipo IV : Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.

Tipo V: Para emplearse cuando se requiera altas resistencias a los sulfatos.

También podemos mencionar a los cementos denominados " cementos adicionados ", son mezclas de cemento y un material de características puzolánicas , molidos en forma conjunta.

En el Perú se fabrican los tipos IP, IPM, IS Y ISM. La justificación de la fabricación de los cementos adicionados es la necesidad, por una parte, de diluir la presencia del clinker en el conglomerante, cuyos productos hidrolizados pueden ser atacados según las circunstancias por agentes agresivos , y producir la destrucción del concreto.

Por otra parte la adición de la puzolana hace que el concreto obtenga mayor resistencia a largo plazo, y reduzca su calor de hidratación, conveniente en concreto masivo.

## **b. Propiedades Físicas Principales.**

### **Peso Específico.**

El peso específico del cemento corresponde al material al estado compacto. Su valor suele variar, para los cementos portland normales, entre 3.0 y 3.2. Las normas Norteamericanas consideran un valor promedio de 3.12. Cuando el cemento contiene adiciones minerales que lo convierten en un cemento combinado, con una densidad menor a la del clinker puro, los valores indicados descienden notablemente. Usualmente en el Perú se considera un valor del orden de 2.97 para los cementos Tipo IP y IPM.

Su determinación es particularmente necesaria en relación con el control y diseño de mezclas de concreto. Se sigue las recomendaciones de la Norma ASTM C 188.

### **Fineza**

La fineza de un cemento lo determina el grado de molienda del mismo y se expresa por su superficie específica, la cual es definida como el área superficial total, expresada en centímetros cuadrados. La importancia de la fineza de un cemento radica en la influencia que puede tener sobre la velocidad de hidratación, la resistencia inicial y el calor generado.

El valor de la fineza es sinónimo de su calidad, cuanto más elevado sea el grado de fineza, mayor extensión tendrán las reacciones de hidrólisis, dando lugar a un mayor desarrollo en la formación de hidrosilicatos, hidroaluminatos y geles por unidad de volumen, aumentando con esto la resistencia a la compresión y a la flexocompresión, sobre todo a corto plazo.<sup>(15)</sup>

---

(15). E. Riva López., *Naturaleza y Materiales del Concreto*, pag. 85

La resistencia a la compresión se incrementa más que la resistencia a la tensión conforme aumenta la fineza del cemento, la fragua del cemento es más rápida y el agrietamiento más temprano conforme son más finos. Igualmente la exudación disminuye conforme la fineza se incrementa; y la absorción se incrementa con el grosor del grano.

### **Contenido de Aire.**

La presencia de grandes cantidades excesivas de aire en el cemento puede ser un factor que contribuya a reducir la resistencia de los concretos preparados con éste. El ensayo de contenido de aire da un índice indirecto de la fineza y el grado de molienda del cemento. El ensayo se realiza de acuerdo a la Norma ASTM C 185. La Norma ASTM C 150 indica un contenido máximo de aire en morteros de 12% para todos los cementos de esta clasificación.

### **Fraguado.**

El término fraguado se refiere al cambio del estado fluido al estado sólido. Se dice que la pasta de cemento portland a fraguado cuando está lo suficientemente rígida como para soportar una presión arbitraria definida. El tiempo de fraguado se divide en dos : El fraguado Inicial y el Fraguado Final . Cuando la pasta de cemento portland a logrado la fragua final, empieza un nuevo periodo de incremento de su rigidez y resistencia denominado “ endurecimiento “.

Es esencial que la fragua del cemento no sea ni demasiado rápida ni demasiado lenta. En el primer caso habría tiempo insuficiente para transportarlo y colocar el concreto antes que sea demasiado rígido. En el segundo caso, se originarían retrasos en el trabajo y usos de la estructura.

### **Resistencias Mecánicas.**

La resistencia mecánica del cemento endurecido es la propiedad física que define la capacidad del mismo para soportar esfuerzos sin falla y normalmente se emplea como uno de los criterios de aceptación por ser la más requerida desde el punto de vista estructural. La resistencia de un cemento es función de su fineza, composición química, porcentaje de compuestos, grado de hidratación, así como del contenido de agua de la pasta. El valor de la resistencia a los 28 días se considera como la resistencia del cemento.

La resistencia de un cemento se determina por ensayos de compresión y tracción en morteros preparados con dichos cementos y arena estandar, los ensayos de compresión se efectúan de acuerdo a la Norma ASTM C 109 y los ensayos de tracción de acuerdo a la Norma ASTM 190.

### **Calor de Hidratación.**

El fraguado y endurecimiento de la pasta es un proceso químico por lo que, durante las reacciones que tienen lugar entre los compuestos del cemento y el agua, la hidratación del cemento es acompañada por la liberación de una cantidad de calor, la cual depende principalmente de la composición química y de la fineza del cemento.

De lo expuesto puede definirse al calor de hidratación como la cantidad de calor, expresada en calorías gramo de cemento no hidratado, desarrollada por hidratación completa a una temperatura determinada. El calor de hidratación de los cementos normales es de 85 a 100 cal/gr., por lo que en las condiciones normales de construcción el calor se disipa rápidamente por radiación, siendo los cambios de temperatura dentro de la estructura relativamente pequeños y probablemente de pocas consecuencias.<sup>(16)</sup>

Pero en estructuras de concreto de grandes masas, la poca conductibilidad térmica de este material, que es un mal disipador del calor, impide la rápida radiación de éste último, pudiendo alcanzar la masa de concreto elevadas temperaturas. Estos aumentos de temperatura pueden ocasionar expansión mientras el concreto se está endureciendo y dar por resultado contracciones y agrietamiento al irse enfriando la masa hasta la temperatura ambiente.

### **c. Composición Química.**

Luego de la formación del Clinker y su molienda final se obtiene los siguientes Compuestos establecidos por vez primera por Le Chatelier en 1852 , que define su comportamiento cuando esta hidratado:

---

(16). C.F.E. *Manual de Tecnología del Concreto .Sección II.,pag 198, 199*

• **Silicato Tricálcico.** (  $3CaO.SiO_2 - C_3S - Alita$  )

Tiene Preponderancia en el calor de Hidratación, y desarrolla la resistencia inicial en la primera semana. Y otorga al cemento gran velocidad de hidratación, lo que favorece un rápido endurecimiento del concreto, pero al mismo tiempo genera un alto calor de hidratación llegando a 120 cal/gr. Sus características hidráulicas son excelentes.

• **Silicato Dicálcico.** (  $2CaO.SiO_2 - C_2S - Belita$  )

El desarrollo de la resistencia es lento a edades tempranas, el calor de hidratación llega a 62 cal/gr. Tiene una lenta velocidad de hidratación lo que caracteriza como principal constituyente de los cementos de endurecimiento lento, posteriormente define la resistencia a largo plazo.

• **Aluminato Tricálcico.** (  $3CaO.Al_2O_3 - C_3A$  )

Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir al clinker yeso para controlarlo.

Su fraguado ocurre a una velocidad de hidratación muy grande, hasta el punto de ser casi instantáneo, el calor de hidratación desarrollado por el aluminato tricálcico es muy elevado, se estima su calor de hidratación completa en 207 cal/gr. El Aluminato Tricálcico contribuye al desarrollo de resistencia durante las primeras 24 horas. Posteriormente su aporte a la resistencia es prácticamente nulo.

• **Alumino – Ferrito Tetracálcico.** (  $4CaO.Al_2O_3.FeO_3 - C_4AF - Celita$  )

Después de los álcalis, los aluminatos son los primeros componentes del cemento que entran en reacción con el agua, tiene menor importancia que los compuestos anteriores, no contribuyen significativamente en la formación de resistencia y su calor de hidratación es muy bajo se estima en 100 cal/gr.

• **Oxido de Magnesio. ( $MgO$ .)**

Es un componente menor y solo es importante si su contenido supera el 5%, pues trae problemas de expansión de la pasta hidratada y endurecida.

• **Oxido de Potasio y Sodio. ( $K_2O, Na_2O$  – Alcális)**

Son importantes para casos especiales que reacciona químicamente con ciertos agregados y los solubles en agua, producen eflorescencia con agregados calcáreos.

• **Oxido de Magnesio y Titanio. ( $Mn_2O_3, TiO_2$ )**

El primero sólo le da coloración al cemento, que tiende a ser marrón para contenidos mayores de 3%, si su contenido supera el 5% entonces se reduce la resistencia a largo plazo. El segundo disminuye la resistencia para contenidos mayores al 5%, para contenidos menores no tiene influencia.

Se presenta en la tabla No. 3 la influencia de las fases minerales del clinker en la resistencia a la compresión y el calor de hidratación.

TABLA 3 – INFLUENCIA DE LAS FASES MINERALES DEL CLINKER EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL CALOR DE HIDRATACIÓN<sup>(17)</sup>

MINERAL	RESISTENCIA INICIAL	RESISTENCIA FINAL	DESARROLLO DE RESISTENCIA	CALOR DE HIDRATACIÓN
$C_3S$	ALTA	ALTA	RÁPIDO	MODERADO
$C_2S$	BAJA	ALTA	LENTO	MODERADO
$C_3A$	BAJA	BAJA	MUY RÁPIDO	MUY ALTO
$C_4AF$	MUY BAJA	MUY BAJA	RÁPIDO	ALTO

(17). Tabla 3. Fuente : Cementos Pacasmayo .Rioja - Especificaciones..

A continuación se presenta los componentes de las principales materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales de su intervención:

TABLA 4. % MATERIAS PRIMAS PARA FABRICACION DE CEMENTO <sup>(18)</sup>

Porcentaje	Componente Químico	Procedencia Usual
95%	Oxido de Calcio (CaO)	Rocas Calizas
	Oxido de Sílice ( SiO2)	Areniscas
	Oxido de Aluminio ( Al2 O3 )	Arcilla
	Oxido de Hierro (Fe2O3)	Arcillas, mineral de Hierro, pirita
5%	Óxidos de Magnesio, Na Potasio, Titanio, Azufre, Fósforo y Manganeseo	Minerales Varios

d. Normatividad.

El cemento en el Perú es uno de los productos con mayor número de normas, las Normas Técnicas Peruanas (NTP). Guardan armonía con las Normas ASTM (American Society for Testing and Materiales ). El tipo de cemento que se utilizará en la presente tesis pertenece al tipo I, la NTP 334.009 establece requisitos químicos y fisicos que debe cumplir este tipo de cementos :

(18), Tabla 4. Fuente : Cementos Pacasmayo .Rioja - Especificaciones..



**Requisitos Físicos**TABLA 5. REQUISITOS FÍSICOS DEL CEMENTO<sup>(19)</sup>

CARACTERISTICAS	CEMENTO TIPO I
Cont. Aire del Mortero % max.	12
Finura , Superficie Específica ( m <sup>2</sup> /kg).( Métodos Alternativos)	
Ensayo de Turbidímetro. (min.)	160
Ensayo de Permeabilímetro. (min.)	280
Expansión en Autoclave. %(max.)	0.8
Resistencia no menores que los valores mostrados para edades Indicadas, Resistencia a la compresión. (Kg-f/cm <sup>2</sup> ).	
3 días	120
7 días	190
Ensayo de Gillmore ( minutos)	60
Fraguado inicial: No menor que	600
Ensayo de Vicat (minutos)	45
Tiempo de Fraguado: No menos de	375

Fuente: NTP -- 334.009

**Requisitos Químicos**TABLA 6. REQUISITOS QUÍMICOS DEL CEMENTO<sup>(20)</sup>

COMPOSICION QUIMICA	CEMENTO TIPO I
Oxido de Magnesio, MgO, % ( max. )	6.0%
Trióxido de Azufre, SO <sub>3</sub> , %( max.)	3.5%
Perdida por ignición, P.F. %(max.)	3.0%
Residuo Insoluble , % (max)	.75%

Fuente: NTP -- 334.009

(19),(20). Tabla 5.6. Fuente : N.T.P. 334.009 - Cemento Portland - Requisitos

El cemento puede ser rechazado según la NTP. 334.007 si no reúne cualquiera de los requisitos establecidos en esta NTP. El cemento que permanece almacenado a granel en el silo de la planta por mas de seis meses antes de ser despachado, o el cemento embolsado depositado en un local bajo responsabilidad del vendedor, por más de tres meses, después de efectuados los ensayos, pueden re-ensayarse antes de su uso y si no cumple con los requisitos rechazar el producto.

#### 2.4.3.2. Agregados

Partiendo que la presente tesis se basa en la mezcla de agregados finos y gruesos, en proporción tal, que nos permita obtener concretos compactos y económicos, la evaluación de su calidad para la selección y combinación de estos, se hizo considerando los requisitos que deben cumplir de acuerdo a la NTP 400.037 (1988).

A continuación se describen las características físicas, requisitos y procedimiento de los ensayo, del agregado fino, agregado grueso y agregado global, para estructuras de concreto establecido por las normas técnicas peruanas.

##### a. Agregado Fino

El agregado fino se define como el material que proviene de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el tamiz ITINTEC 9,5 mm (3/8") y cumple con los límites establecidos en las normas NTP 400.037.

Generalmente el agregado fino que se utiliza en nuestro medio es la arena, proveniente de la desintegración natural de las rocas, en el proceso mecánico de trituración de rocas también se obtiene "arena de piedra" o "arena manufacturada" que es el otro tipo de agregado fino, pero que tiene un mayor costo, en nuestro caso utilizaremos el primero. Las características físicas mas importantes del el agregado fino son: la granulometría, el modulo de finura, peso específico aparente, peso específico de masa, peso específico saturado superficialmente seco, porcentaje de absorción, contenido de humedad, peso unitario suelto (húmedo y seco), peso unitario compactado (húmedo y seco).

### **Granulometría.**

La granulometría es la representación gráfica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños. Es una manera indirecta de medir el volumen de los diferentes tamaños de partículas. Los valores hallados se representan gráficamente en un sistema coordinado semi-logarítmico que permite apreciar la distribución acumulada.

Cuando se representa la distribución granulométrica de la mezcla de agregados de pesos específicos que no difieren mucho, la granulometría es prácticamente igual sea la mezcla en peso o en volumen absoluto, pero cuando se trata de agregados de pesos específicos muy diferentes, hay que hacer las conversiones a volumen absoluto para que se presente realmente la distribución volumétrica que es la que interesa para la elaboración de concreto.

Se sabe que el agregado fino se comporta como el lubricante del agregado grueso, puesto que granulometrías muy finas exigen mayores requerimientos de agua de mezclado, es por esto que su granulometría influye en mayor grado con respecto al agregado grueso en la trabajabilidad del concreto, por otra parte considerando que la resistencia del concreto es debido en gran parte a la capacidad de adherencia entre el mortero y el agregado grueso, el tipo de granulometría de la arena definirá el grado de esta adhesión para una relación a/c constante.

El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla No.50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla. En pastas ricas en material cementante, este porcentaje puede disminuir, mientras que las pastas pobres requieren importante cantidad de material fino. Cuando se emplee un agregado que tiene un porcentaje importante de partículas en las mallas No 4 y No 8, el agregado grueso deberá contener muy poco material del tamaño mayor de las partículas de agregado fino, a fin de evitar un concreto áspero y granuloso, de difícil acabado.<sup>(21)</sup>

---

(21). E. Rivva López., *Naturaleza y Materiales del Concreto*, pag.181

De esto se deduce la importancia que tiene contar con una buena granulometría para el agregado fino, la norma NTP 400.037 establece límites granulométricos para su uso:

TABLA 7. REQUISITOS GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO FINO.<sup>(22)</sup>

MALLA	PORCENTAJE QUE PASA
3/8"	100
No.4	95 a 100
No.8	80 a 100
No.16	50 a 85
No.30	25 a 60
No.50	10 a 30
No.100	2 a 10

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones específicas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida

Si el concreto es sin aire incorporado y tiene un contenido de cemento mayor de 300 Kg/m<sup>3</sup>; el porcentaje indicado para las mallas N50 y N100 podrá ser reducido a 5% y 0% respectivamente. Otra de las consideraciones es que el porcentaje retenido en dos malla sucesivas no excederá del 45%, con lo que se mantiene una granulometría mas regular. Se debe evitar el uso de arenas que se encuentren en el límite del huso granulométrico, que corresponde a las mas finas por que originan concretos mas caros al necesitar mayor cantidad de agua. Esto se puede corregir incrementando la relación piedra/arena.<sup>(23)</sup>

(22). Tabla 7. NTP. 400.037 Requisitos para Agregados..

(23). E. Rivva López., Naturaleza y Materiales del Concreto. pag.181

### Módulo de Finura.

Es un parámetro que resulta de la granulometría, el módulo de Finura es un indicador del grosor predominante del agregado, es de mucha importancia como parámetro en el diseño de mezclas, puesto que la base experimental que apoya al concepto modulo de finura, es que granulometrías que tengan igual M.F. independientemente de la gradación individual, requieren la misma cantidad de agua para producir mezclas de concreto de similar plasticidad y resistencia, lo que lo convierte en un parámetro ideal para el diseño y control de mezclas.

Se recomienda que el módulo de finura de las arenas no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 , las arenas que estén comprendidas entre 2.3 y 2.8 de módulo de finura producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación, y los que se encuentran entre 2.8 y 3.1 son las mas favorables para concretos de alta resistencia. El modulo de finura deberá ser mantenido dentro de los límites de más menos 0.2 de valor asumido para la selección de las proporciones de la mezcla. Los tamices a ser utilizados en la determinación del módulo de finura corresponden a la serie standard ASTM:

TABLA 8. TAMICES PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE FINURA <sup>(24)</sup>

TAMIZ (Pulg")	ABERTURA ( mm )
3	75.00
11/2	37.50
¾	19.00
3/8	9.50
No 4	4.75
No 8	2.36
No 16	1.18
No 30	0.59
No 50	0.295
No 100	0.1475
No200	0.0737

(24). Tabla 8. NTP. 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. (2da. Edición - 2001)

### **Superficie Específica.**

Es otro parámetro resultante de la granulometría de agregados, y se define como el área superficial total de las partículas de agregados referida al peso o al volumen absoluto, que si bien no es tan práctica en su aplicación, es importante desde el punto de vista que permite comprender conceptualmente varias relaciones y propiedades entre los agregados y la pasta de cemento.

Conceptualmente, al ser más finas las partículas (Módulo de Finura bajo) se incrementa la superficie específica y el agregado necesita más pasta para recubrir el área superficial total, sucediendo lo contrario si es más grueso. La inconsistencia radica en que para fines de cálculo y simplificación se asume que todas las partículas son de forma esférica, lo cual ya introduce error, por tal razón se sugiere aplicarlo solo al nivel de investigación para comparar agregados en cuanto a su área superficial promedio.

### **Peso Específico.**

El peso específico de los agregados, que se expresa generalmente como densidad, y representa el cociente de dividir el peso de la partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas, es un indicador indirecto de su calidad, pues hay rocas con peso específico relativamente bajo que son aceptables como agregados para concreto, siempre y cuando estén sanos, y por lo contrario hay rocas cuyo peso específico se considera normal y no obstante son inaceptables para esta aplicación por hallarse alterada. De ahí que normalmente no se especifiquen normas para límites de aceptación para el peso específico de agregados, y que el resultado de su determinación se utilice más bien como un dato de orientación general cualitativa y como parámetro de diseño para calcular su peso con relación a los demás constituyentes.

Para obtener concretos de peso unitario normal deben emplearse agregados con peso específico comprendido entre 2.4 y 2.8 aproximadamente. De acuerdo a lo anterior, cuando el agregado manifiesta un peso específico que es menor de 2.4, suele ser motivo suficiente para dudar de su calidad para su utilización en concreto. Valores elevados correspondan a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponden a agregados absorbentes y débiles. Es importante en la construcción ya que conocido su valor podemos saber en que rango estará el peso del concreto y controlarlo de acuerdo al requerimiento del diseño de

mezcla. La Norma ASTM C 128 considera tres formas de expresión de la gravedad específica o peso específico en función de su estado de saturación :

- *Peso Específico de masa.*- El cual es definido por la Norma ASTM E 12 como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de material permeable ( incluyendo los poros permeables e impermeables naturales del material ) a la masa en el aire de la misma densidad, de un volumen igual de agua destilada libre de gas.
- *Peso Específico de masa saturado superficialmente seco.*- El cual es definido como el mismo que el peso específico de masa , excepto que esta incluye el agua en los poros permeables.
- *Peso Específico aparente.*- El cual es definido como la relación, a una temperatura estable, de la masa en el aire de un volumen unitario de un material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual de agua destilada libre de gas. Si el material es un sólido, el volumen es aquel de la porción impermeable.

### **Porcentaje de Absorción.**

El porcentaje de absorción es el contenido de humedad total interna de un agregado que está en la condición de saturado superficialmente seco.

Este porcentaje de absorción se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y de secado superficial. Esta condición se supone representa la que adquiere el concreto en el interior de una mezcla de concreto.

Otra condición de absorción del agregado es la absorción efectiva, que es el volumen de agua necesario para traer un agregado de la condición de secado al aire, o semi seco, ala condición de saturado superficialmente seco.

**Humedad Superficial.**

Se entiende por humedad superficial, o agua libre, a la diferencia entre los estados saturado o húmedo y el estado saturado superficialmente seco. La humedad superficial o agua libre es aquella con la que contribuirá el agregado al agua de mezcla.

**Contenido de Humedad.**

Es la cantidad de agua superficial que retienen, en un momento determinado, las partículas de agregado; es una característica importante por que incrementa el agua de mezclado en el concreto, y como sabemos el agua influye en la resistencia y otras propiedades del concreto. El contenido de Humedad o agua total del agregado es la diferencia entre el estado actual de humedad del mismo y el estado seco.

Si el agregado está saturado y superficialmente seco no puede absorber ni ceder agua durante el proceso de mezcla. Sin embargo, un agregado parcialmente seco resta agua, mientras que el agregado mojado, superficialmente húmedo, origina un exceso de agua en el concreto. En estos casos es necesario reajustar el contenido de agua, a fin que el contenido de agua resulte el correcto. La diferencia entre el contenido de humedad y el porcentaje de absorción da el aporte de humedad, positivo o negativo, del agregado al agua de mezcla.

**Peso Unitario.**

También se llama peso volumétrico, es el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos, se le expresa en  $K./m^3$ . Depende de la manera en que se acomoden las partículas, por lo que se le considera un parámetro hasta cierto punto relativo, ya que el peso unitario determinado en laboratorio no siempre corresponde al que se obtiene en condiciones de obra, por la variación de los factores externos: Tamaño, forma y granulometría del agregado.

Se necesita conocer el peso unitario para calcular la cantidad de vacíos en el agregado, las proporciones del agregado y conversiones de peso a volumen. El peso unitario se determina en dos estados.



*Peso Unitario Compactado.*- Cuando se compacta el material con 25 golpes con una varilla normalizada y se llena el recipiente en 3 capas.

*Peso Unitario Suelto.*- Cuando se llena el recipiente sin compactar, tal como se acomoden las partículas, sin ninguna presión.

### Sustancias Dañinas.

Sobre el porcentaje de sustancias dañinas que es un requisito Obligatorio , la norma establece los siguientes limites :

TABLA 9. LIMITES DE SUSTANCIAS DAÑINAS.

	Agregado Fino	Agregado Grueso
Partículas deleznales , max. %	3	5
Material mas fino que la malla ( No. 200 ) max. %	5	1
Carbón y Lignito, max. %	5	5
Materia Organica	El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine conforme ITINTEC 400.013, se deberá considerar satisfactorio, el agregado fino que no cumpla con el ensayo anterior, podrá ser usado si al determinarse el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia de morteros ( ITINTEC 400.024 ) la resistencia relativa a los 7 días no es menor de 95%	

## **b. Agregado Grueso**

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz NTP No 4, y que cumple con los límites granulométricos establecidos en las normas NTP 400.037. El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, o una combinación de ellos.

En nuestro medio se utiliza piedra recogida del lecho del río o de residuos rocosos en casi todas las construcciones, salvo excepciones limitadas en obras de gran envergadura, como es el caso de la construcción de obras de arte para la carretera marginal, que por la importancia y función que desempeña la estructura requieren piedra chancada. En nuestro caso se utiliza piedra de natural.

### **Características Físicas**

Entre las principales características físicas de los agregados gruesos están: el peso unitario, el peso específico, la granulometría, el módulo de finura, la superficie específica, el contenido de humedad, el porcentaje de absorción y resistencia mecánica. Estas características son las mismas que para el agregado fino descrito anteriormente a excepción de las que describiremos a continuación.

### **Peso Unitario.**

El peso unitario adquiere importancia como parámetro de diseño, por que a partir de este se calcula: el contenido de vacíos, se clasifica a los agregado en livianos, normales y pesados, y por otra parte se tiene una medida de la uniformidad del agregado.

El peso unitario del agregado grueso varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo. También depende de factores externos como la relación del tamaño máximo con el volumen del recipiente, la consolidación impuesta, la forma de colocación etc. En consecuencia, el ensayo de peso unitario debe ceñirse estrictamente a la norma.

### Granulometría.

El agregado grueso estará graduado dentro de los límites especificados en las normas NTP 400.037. La granulometría debe ser preferentemente continua y debe permitir obtener la máxima densidad del concreto con una adecuada trabajabilidad en función de las condiciones de colocación de la mezcla.

Las mallas utilizadas para determinar la granulometría son las siguientes:  $3\frac{1}{2}$ ",  $2\frac{1}{2}$ ", 2",  $1\frac{1}{2}$ ", 1",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ "; y No4. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5 % del agregado retenido en la malla de  $1\frac{1}{2}$ " y no más del 6% del agregado que pasa la malla de  $\frac{1}{4}$ .

La NTP 400.012 , establece límites granulométricos que debe cumplir el agregado grueso, ( ver. Cuadro No. 3.8 ), Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones específicas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida. La granulometría se define en función del tamaño máximo del agregado y del tamaño máximo nominal .

- *El tamaño máximo* se utiliza para la selección del agregado de acuerdo a la geometría del encofrado y el refuerzo de acero. Es el correspondiente a la malla más pequeña por la que pasa toda la muestra.
- *El tamaño máximo nominal* es una referencia de la granulometría del agregado y corresponde a la malla más pequeña que produce el primer retenido.

El Reglamento Nacional de construcciones prescribe que el tamaño máximo no será mayor que:

- $\frac{1}{5}$  de la menor separación entre caras de encofrados.
- $\frac{1}{3}$  del peralte de las losas.
- $\frac{1}{4}$  del espacio libre mínimo entre barra de refuerzo, paquetes de barras, tendones, o ductos de preesfuerzo.

Si se aumenta el tamaño máximo de agregado, se reduce la cantidad de agua de mezclado con lo que se incrementa la resistencia del concreto, cumpliéndose esta experiencia con agregados de hasta 1 1/2". Si se tienen tamaños mayores, solo es válido con bajo contenido de cemento.

### **Resistencia Mecánica.**

La resistencia mecánica del agregado determinado por su resistencia a la degradación por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles de acuerdo a la NTP 400.020 , no excederá de los dados en la tabla siguiente:

TABLA 10. REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN E IMPACTO PARA AGREGADOS<sup>(26)</sup>

Métodos Alternativos	No mayor que %
Abrasión	50
Impacto	30

### **c. Agregado Global.**

Esta tesis tiene como base el uso de agregado global, los agregados que se utilizaran en la presente tesis no se regirán a los requisitos granulométricos dadas por las normas para el agregado fino y grueso, puesto que la metodología de diseño utiliza el agregado global (combinación de finos y gruesos). Para esto, la norma presenta un apéndice de carácter informativo para el uso de agregado global (Ver. Tabla 11) y recomienda límites granulométricos en función del tamaño nominal, esto se aplica para determinar si la combinación de agregados obtenida se encuentra dentro de los límites establecidos por la norma.

(26) NTP. 400.037 Requisitos del Agregado Fino, Grueso y Global..

El agregado global es el material compuesto de la mezcla de agregado fino y agregado grueso y cuya granulometría cumple con los límites indicados en la tabla sgte:

TABLA 11. LÍMITES GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO GLOBAL<sup>(27)</sup>

TAMIZ	Utilizado.		
	Tamaño nominal 37.5 mm ( 1 1/2" )	Tamaño nominal 19.0 mm ( 3/4" )	Tamaño nominal 9.5 mm ( 3/8" )
50 mm ( 2" )	100		
37.5 mm ( 1 1/2" )	95 a 100	100	
19.0 mm ( 3/4" )	45 a 80	95 a 100	
12.5 mm ( 1/2" )			100
9.5 mm ( 3/8" )			95 a 100
4.75 mm ( No. 4 )	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2.36 mm ( No. 8 )			20 a 50
1.18 mm (No.16)			15 a 40
( No.30 )	8 a 30	10 a 35	10 a 30
( No.50 )			5 a 15
( No.100 )	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*

La norma Alemana, (DIN 1047), también establece límites granulométricos dentro de los cuales debe encontrarse el agregado global, para esto presenta tres curvas en función del tamaño máximo nominal del agregado, dos que son límites, superior e inferior y una central que representa la mejor distribución.

(27) NTP. 400.037 Requisitos del Agregado Fino, Grueso y Global.

Estas curvas son muy usadas en Europa, donde por un lado las canteras están muy definidas y estudiadas estadísticamente, y por el otro las regiones son pequeñas, lo que permite hacer generalizaciones que funcionan bastante bien en la práctica.

En nuestro medio no es recomendable utilizar indiscriminadamente estas curvas, ya que la realidad y variabilidad de nuestros agregados pueden inducir a error en las estimaciones, sin embargo presentamos a manera de información los límites de estas curvas a efectos de compararlo con nuestro agregado global resultante; puesto que las curvas que utilizaremos para definir la mejor combinación de la arena y piedra obedecerán a los límites que da la norma técnica peruana conjuntamente con la curva teórica de Bolomey, que representa la granulometría ideal.

TABLA 12. LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO GLOBAL, NTP TM. 11/2 <sup>(28)</sup>

LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO GLOBAL				
NTP 400.037				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA				
Abertura de tamices	Límite NTP	Límite NTP	Bolomey	Curva Mezcla
N200	0.00	0.00		
N100	8.00	0.00		
N50	19.00	4.00		
N30	30.00	8.00		
N16	36.00	13.00		
N8	44.00	19.00		
N4	50.00	25.00		
3/8"	64.00	35.00		
3/4"	80.00	45.00		
1 1/2"	100.00	95.00		
3"	100.00	100.00		

(28) NTP. 400.037 Requisitos del Agregado Fino, Grueso y Global.

En el gráfico siguiente se presentan los límites granulométricos establecidos por la norma técnica peruana para agregado global, para un tamaño máximo nominal de 1 1/2”.

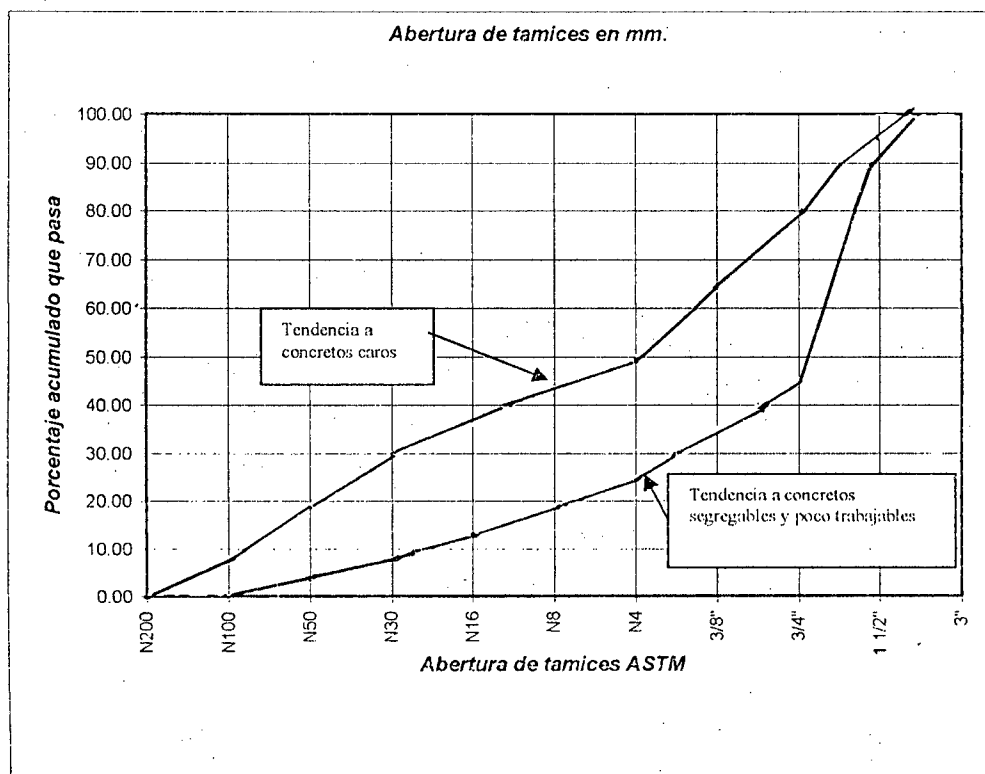


GRÁFICO 9. LÍMITES GRANULOMÉTRICOS PARA AGREGADO GLOBAL TMN = 1 1/2”

Estos son los límites granulométricos que utilizaremos para definir que proporciones de agregado finos y gruesos nos producirá una curva granulométrica que esté dentro de estos límites.

En la siguiente gráfica se presenta las curvas granulométrica de la norma Alemana (DIN 1045), para concreto con agregado global, estas curvas varía en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso, a manera referencial se presenta los límites para el tamaño máximo nominal (32 mm).

HUSOS DIN 1045			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA			
Abertura de tamices	Infeior C	Central B	Superior A
N200	0.00	2.00	5.00
N100	0.50	4.00	8.00
N50	1.00	8.00	16.00
N30	5.00	19.00	30.00
N16	9.00	28.00	42.00
N8	15.00	39.00	53.00
N4	23.00	48.00	65.00
3/8"	40.00	62.00	79.00
3/4"	62.00	82.00	90.00
1 1/2"	100.00	100.00	100.00
3"	100.00	100.00	100.00

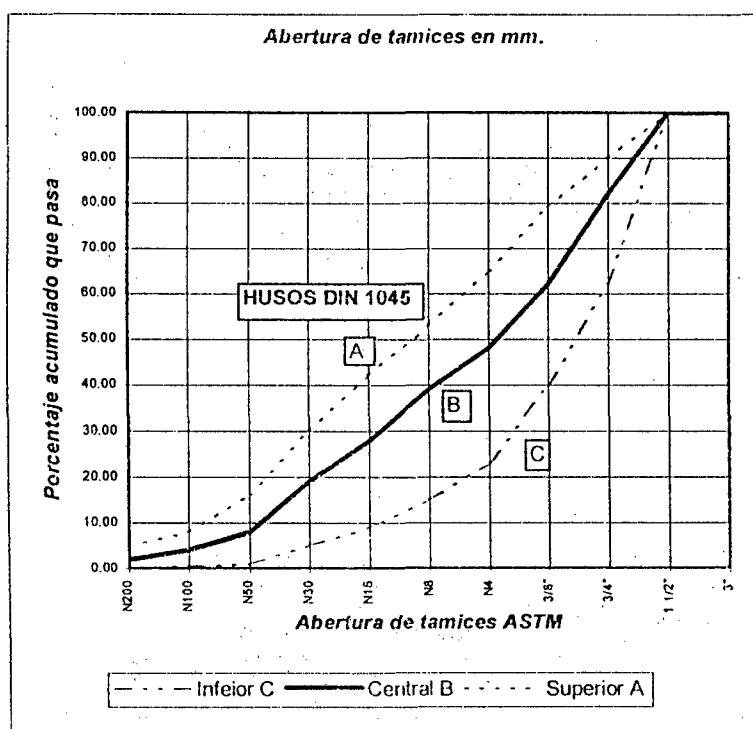


GRAFICO 10. LIMITES GRANULOMÉTRICOS DE LA NORMA DIN 1045 SUSTANCIAS DAÑINAS



Existen otros límites granulométricos como las normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de materiales), para diferentes tamaños máximos nominales, pero que están basados y tienen similitud con las normas DIN 1045.

#### 2.4.3.3. Agua para Concreto.

La presencia de agua en la elaboración de concreto es inevitable, por tres razones; uno, lograr la reacción química con el cemento para la formación del gel, segundo, que en el estado fresco facilite una adecuada manipulación y colocación del concreto, y generar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, es mayor de la necesaria para la hidratación del cemento, estimándose la relación a/c mínima para garantizar la hidratación total en 0.36.

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de estas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. La NTP 339.088, establece como requisito de carácter general y sin que ello implique excluir la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, podrán emplearse como agua de amasado y curado todas aquellas reconocidas como potables o sobre las que se posea experiencia por haber sido empleadas para tal fin, con resultados satisfactorios.

El agua empleada para amasar y curar el concreto deberá ser de propiedades colorantes nulas, deberá ser clara, libre de glucidos y de aceites. Además, no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del concreto o sobre las armaduras.

La norma considera aptas para la preparación y curado del concreto, aquellas aguas cuyas propiedades y contenidos de sustancias disueltas están comprendidos dentro de los siguientes límites:

- El contenido máximo de materia orgánica, expresada en oxígeno consumido, será de 3 mg/l (3ppm).
- El contenido de residuo insoluble no será mayor de 5gr/l.
- El Ph estará comprendido entre 5.5 y 8.0.
- El contenido de sulfatos, expresado como ion  $\text{SO}_4$ , será menor de 0.6 gr/l
- El contenido de cloruros, expresado como ion  $\text{Cl}$ , será menor de 1gr/l.
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos expresado en  $\text{Na HCO}_3$ , será menor de 1gr/l.
- Si la variación de color es un requisito que se desea controlar, el contenido máximo de fierro, expresado en ion férrico será de 1ppm.

#### 2.4.4. ESTUDIO TEÓRICO DEL MÉTODO DEL AGREGADO GLOBAL Y MÓDULO DE FINURA .

##### 2.4.4.1. Introducción.

Como sabemos el concreto está constituido básicamente de cemento, agua y agregados, por lo tanto es obvio pensar que la calidad y tipo de estos materiales representan tres variables que van a incidir dependiendo de su calidad y relación entre ellos en las propiedades del concreto.

Sin embargo el cemento es un material manufacturado cuyas propiedades físicas y químicas están estandarizadas de acuerdo a la norma de requisitos para cemento Portland NTP 334.009. En el mercado existen diferentes marcas de cemento, esto no implica que sus propiedades varíen, ya que cada tipo de cemento deberá cumplir los requisitos mínimos establecidos por la norma, considerando esto y teniendo en cuenta que en la presente tesis se utilizará cemento Portland tipo I Pacasmayo, la variable "calidad de cemento" se considera un parámetro constante en este estudio.

El agua para concreto también debe cumplir requisitos mínimos de acuerdo a la NTP 339.088 como vimos anteriormente. En general, para la elaboración de concreto se utiliza el agua potable cuyos requisitos químicos son más exigentes que los que se debe tener en cuenta para producir

concreto, por lo tanto la calidad de agua como parámetro de diseño también se considera constante.

La calidad del agregado por lo contrario varía de acuerdo al lugar de su extracción, en su forma, textura, porosidad, granulometría y resistencia mecánica, por lo tanto el agregado representa un parámetro variable en el diseño de mezclas, puesto que aplicando el mismo método de dosificación para obtener una resistencia especificada, utilizando diferentes agregados obtendremos resistencias diferentes.

Por lo expuesto y considerando que en nuestro medio no disponemos de una cantera que nos proporcione hormigón que cumpla los requisitos granulométricos y resistentes establecidos por las normas, estamos entonces obligados a considerar al agregado como una variable, a base de la mezcla de dos materiales (agregado fino y agregado grueso), cada uno de los cuales aporta una fracción granulométrica propia que en conjunto dará la distribución de tamaño apropiado.

El método que toma al agregado como variable principal evaluando íntegramente su granulometría a efectos de poder optimizar sus propiedades, es el método del agregado global y módulo de finura. Este método es un complemento de los métodos de diseños utilizados, puesto que como la mayoría utiliza también algunas tablas dadas por el ACI, sin embargo evalúa la calidad granulométrica del agregado mediante su curva granulométrica, y lo controla con el módulo de finura que es un parámetro de mucha ayuda, de manera tal que permita a la mezcla dar una trabajabilidad adecuada, y en estado endurecido obtener un concreto compacto, con la menor cantidad de cemento posible.

#### 2.4.4.2. Descripción del Método.

Este método como ya dijimos está basado en la granulometría resultante de la mezcla en proporciones adecuadas de agregado fino y grueso, para esto se puede utilizar como base una curva teórica de referencia que representa la gradación óptima del agregado global, o también el uso de límites granulométricos para los agregados globales, controlándolo con un parámetro de mucha ayuda que es el concepto de módulo de finura que como ya sabemos es una constante adimensional y nos representa un volumen promedio ponderado de nuestro agregado.

El fundamento principal radica en que, el módulo de finura del agregado sea fino o grueso es un índice de su superficie específica y que en la medida que esta aumenta se incrementa la cantidad de pasta, así como que si se mantiene constante la pasta y se incrementa la finura del agregado disminuye la resistencia por adherencia.

Las investigaciones realizadas por Stanton Walker y un grupo de investigadores de la universidad de Meryland han permitido establecer que la combinación de agregados fino y grueso, cuando estas granulometrias están comprendidas dentro de los valores de la norma ASTM C33, debe producir un concreto trabajable, en condiciones ordinarias. Y plantean dos ecuaciones:<sup>(29)</sup>

$$Mf_{AG} = \%Af \times Mf_{AF} + \%Ag \times Mf_{AG} \dots\dots\dots (1.a)$$

$$1 = \%Af + \%Ag \dots\dots\dots (1.b)$$

$Mf_{AG}$  = Modulo de Finura del Agregado Global.

$Mf_{AF}$  = Modulo de Finura del Agregado Fino.

$Mf_{AG}$  = Módulo de Finura del Agregado Grueso.

$\%Af$  = Porcentaje de agregado fino con relación al volumen absoluto total del agregado.

$\%Ag$  = Porcentaje de agregado grueso con relación al volumen absoluto total del agregado.

Como apreciamos las constantes que obtendremos del análisis granulométrico serán el módulo de finura del agregado fino y grueso, los porcentajes que intervienen del agregado fino y grueso son variables y estarán en función del módulo de finura del agregado global, que lo obtendremos al ajustar la curva granulométrica resultante de la mezcla de agregados a la curva granulométrica "ideal", en este caso la curva presentada por el Investigador Bolomey que simula una gradación óptima.

---

(29). Montoya, Mesequer, Morán. *Hormigón Armado I. (Mezclas de Agregados)*.. pag. 59

#### 2.4.4.3. Curvas Granulométricas Teóricas

El propósito de utilizar estas curvas en la etapa de diseño de mezclas, toma importancia puesto que nos va a permitir determinar la mas deseable combinación de agregados, tratando en lo posible de lograr una combinación de materiales que produzca la máxima densidad compatible con una buena trabajabilidad del concreto y mínimo contenido de cemento para una consistencia dada.

En general, hay métodos que utilizan *curvas granulométricas continuas*, en la que se encuentran representados todos los tamaños de granos; y otros utilizan las *curvas de granulometría discontinua*, en la que faltan algunos tamaños intermedios, por lo que la curva presenta un escalón horizontal. Ambos tipos tienen sus partidarios y detractores, pudiendo decirse como idea básica que el primero es mas trabajable y menos expuesto a segregación que el segundo, si bien con este se pueden conseguir mayores resistencias cuando se estudia y fabrica cuidadosamente, Para los propósitos de este estudio se utilizara una curva de granulometría continua por considerarse la mas recomendable por la mayoría de autores, ya que no existe antecedentes de utilización y estudios completos en nuestro medio de curvas discontinuas.

En 1917 los norteamericanos Fuller y Thompsom, basados en sus investigaciones enfatizan en la densidad del concreto, y en como lograrla aplicando la conocida “curva de Fuller”, para graduar el agregado a máxima densidad, posteriormente la experiencia demostró que las mezclas seleccionadas empleando esta curva tendían a ser ásperas y poco trabajables, requiriendo mayor energía de compactación.

Simultáneamente en Alemania, el profesor O. Graf presenta una curva similar, a la de Fuller. En 1925 en Suiza, el profesor Bolomey propone una curva teórica modificada que incluía también el cemento, utilizada en granulometrías continuas, esta curva tenía una diferencia con respecto a la curva de Fuller y radicaba en que en el tercio inferior esta contiene un volumen suficiente de partículas de tamaño menor como para asegurar una mezcla plástica y trabajable, la cual puede ser compactada fácilmente por medios manuales.

Estas curvas tienen la ventaja de ser fáciles de calcular y utilizar para un tamaño máximo de agregado establecido, pero la desventaja es que nunca es posible en la práctica obtener una mezcla de agregados que cumpla perfectamente con dicha gradación dado que es ideal, sin embargo nos permite una aproximación técnica a la granulometría óptima para llegar a mezclas mas densas y trabajables.

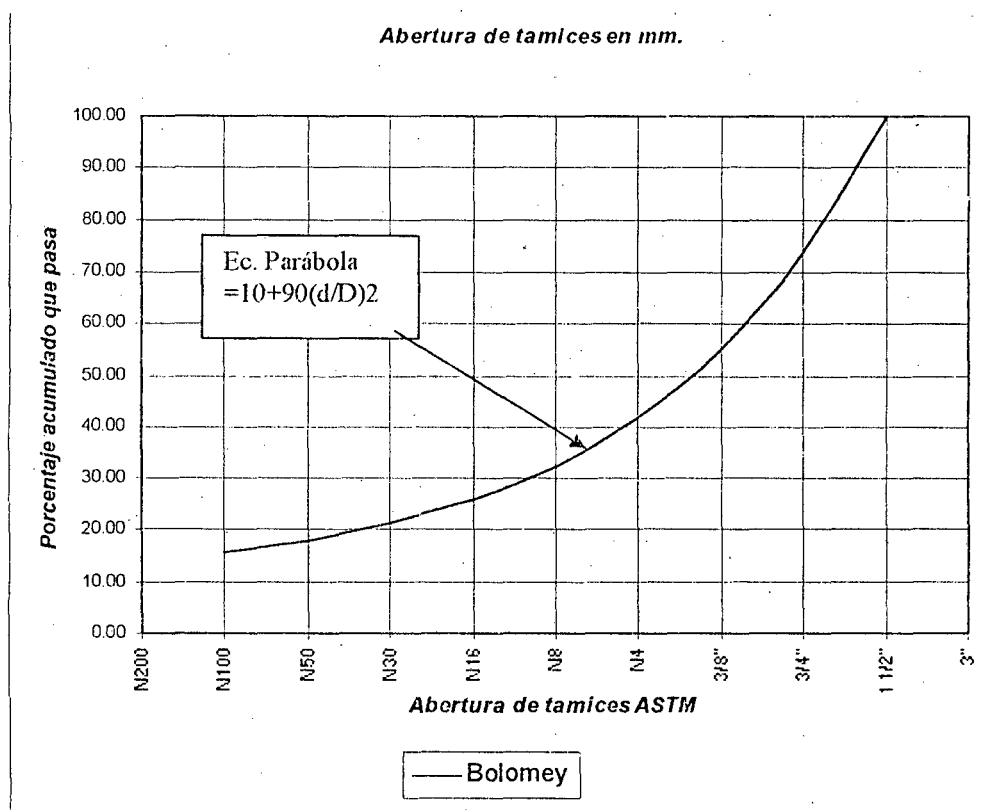


GRAFICO. 11. CURVA GRANULOMÉTRICA TEÓRICA DE BOLOMEY <sup>(30)</sup>

(30). Gráfico 11. E. Pasquel Carbajal. Tópicos de Tecnología del Concreto, pag. 193

En el gráfico 11, se presenta la curva propuesta por Bolomey, que es una parábola de segundo grado y simula la gradación "óptima" del agregado, a efectos de comparación en el gráfico (12) se presentan dos curvas teóricas mas la de Fuller y la de Popovics, la última no es tan usada.

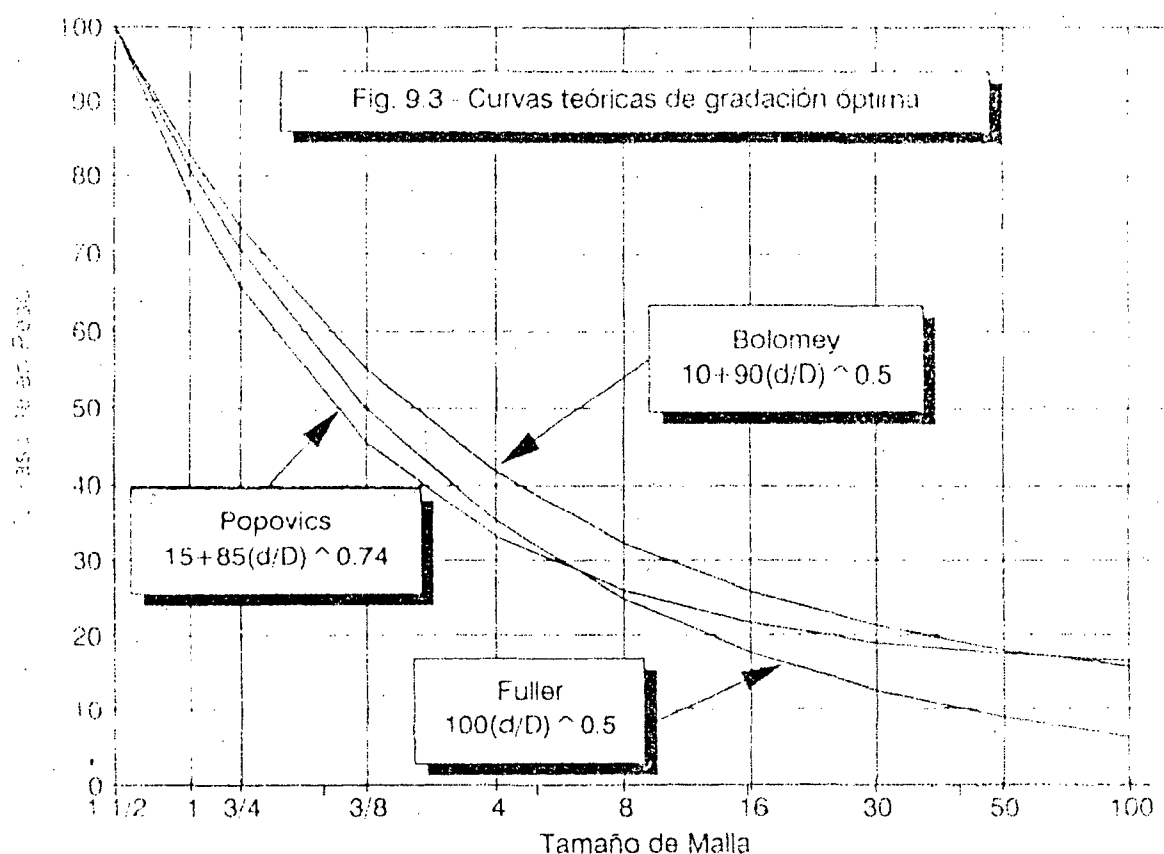


GRAFICO.12. CURVAS GRANULOMÉTRICAS IDEALES<sup>(31)</sup>

(31) Enrique Pasquel Carbajal, *Tópicos de Tecnología del Concreto*, (Edición CIP, 1995), pag. 193

En el gráfico 12, podemos apreciar que la curva de Bolomey tiene un Módulo de Finura menor, puesto que esta en la parte superior de las dos curvas, la curva de Fuller y la de Popovics están en la parte inferior lo que significa que sus módulos de finura son mayores.

Para determinar que curva utilizaremos, tendremos en cuenta los antecedentes de cada una en su utilización en nuestro medio, y como se disponen granulométricamente con relación a los límites que dan la norma para agregado global.(ver gráfico 13). La curva de Popovics no se considera en el gráfico, puesto que no hay referencias sobre su utilización en nuestro medio.

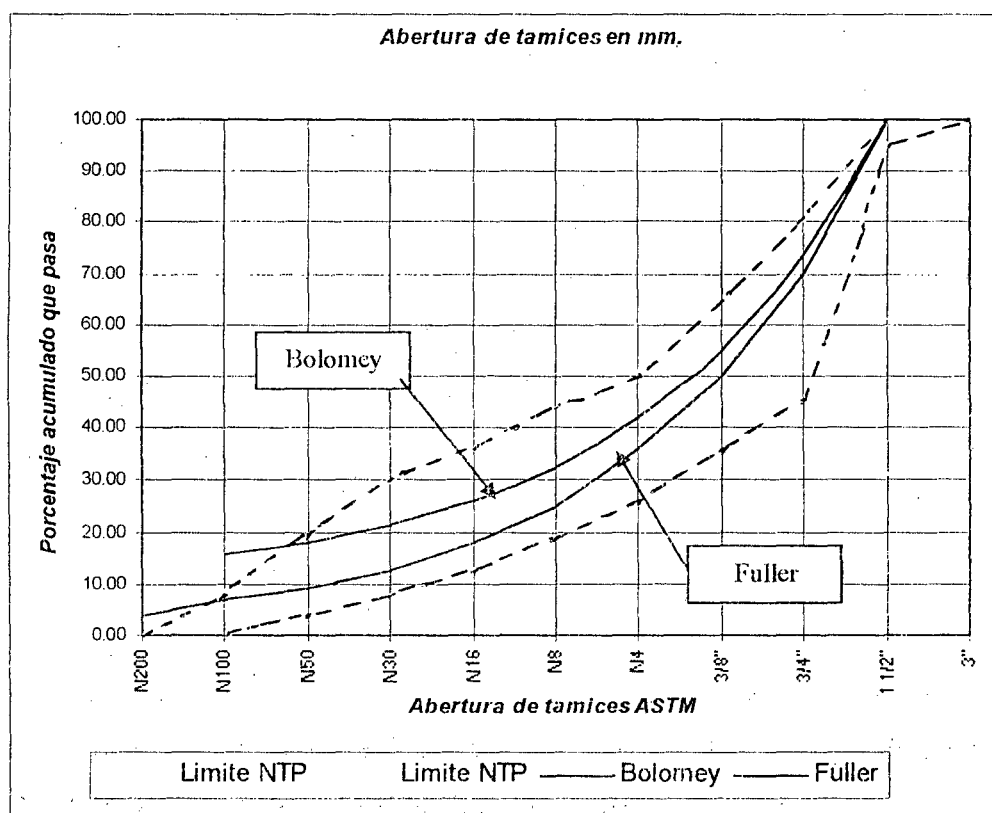


GRAFICO. 13. COMPARACIÓN, NTP. Vs CURVAS TEÓRICAS



En el gráfico 13, podemos apreciar que la curva de Bolomey se ajusta más a la parte central de los límites de la norma, y la curva de Fuller está próxima a la zona en donde los concretos tienden a segregarse y a ser menos trabajables. Considerando lo anterior y teniendo en cuenta que la curva de Fuller tiende a producir concretos menos trabajables, se optó por la curva de Bolomey como referencia para el diseño de mezcla de agregados.

Como podemos apreciar la dos curvas de Bolomey y de Fuller se encuentran dentro de la zona dada por la norma para agregado global y entre las curvas A Y B de los husos DIN 1045, tanto mas nos acerquemos a la curva B obtendremos concretos que necesitan menos agua o pasta, pero con tendencia a la segregación. Fuera de los límites estas tendencias se acentúan; cuando nuestra curva granulométrica se encuentra en la parte superior en el límite C, los concretos resultan mas costosos, no permiten resistencias altas y están expuestos a la retracción. Por la parte inferior los concretos se vuelven ásperos, no aumentan su trabajabilidad al añadirle mas agua y cuando es excesiva se produce el deslavado de la pasta.

La curva que tomaremos como base para mezclar nuestro agregado será la parábola de Bolomey, pero como aparte de la curva base generaremos dos o tres curvas mas, variando su módulo de finura, tomaremos los límites granulométricos que da la norma peruana, como referencia para ajustar estas curvas a las zonas dentro de las cuales se producen concretos que no tiendan a segregación y que por otra parte no resulten caros. Las curvas que estén en cualquiera de los límites no serán consideradas.

La ecuación que representa la parábola de Bolomey es <sup>(32)</sup>

$$Y = a + (100 - a) \times (d/D)^{1/2} \dots\dots\dots 2.a$$

Donde:

Y = % en peso que pasa cada tamiz.

D = Tamaño máximo del agregado.

d = Abertura del diámetro de cada tamiz.

(32). Montoya, Meseguer, Morán. Hormigón Armado I. (Mezclas de Agregados), pag. 42

El valor de “a”, es una constante que depende :

TABLA 13. VALORES DEL COEFICIENTE “a” PARA LA ECUACIÓN DE BOLOMEY. <sup>(33)</sup>

CONSISTENCIA DEL HORMIGON	VALORES DE a	
	Agregado redondeado	Agregado chancado
SECA Y PLASTICA	10	12
BLANDA	11	13
FLUIDA	12	14

Fuente : Montoya, Meseguer, Morán. Hormigón Armado I

En el gráfico 14 que presentamos a continuación, se aprecia la variación de la parábola de Bolomey cuando se altera el coeficiente “a”. Para nuestro caso contamos con un agregado subredondeado, y una consistencia del concreto plástica, por lo que el valor de “a”, será 10. Obteniendo la ec. Sgte:

$$Y = 10 + 90 \times (d/D)^{1/2} \dots\dots\dots 2b$$

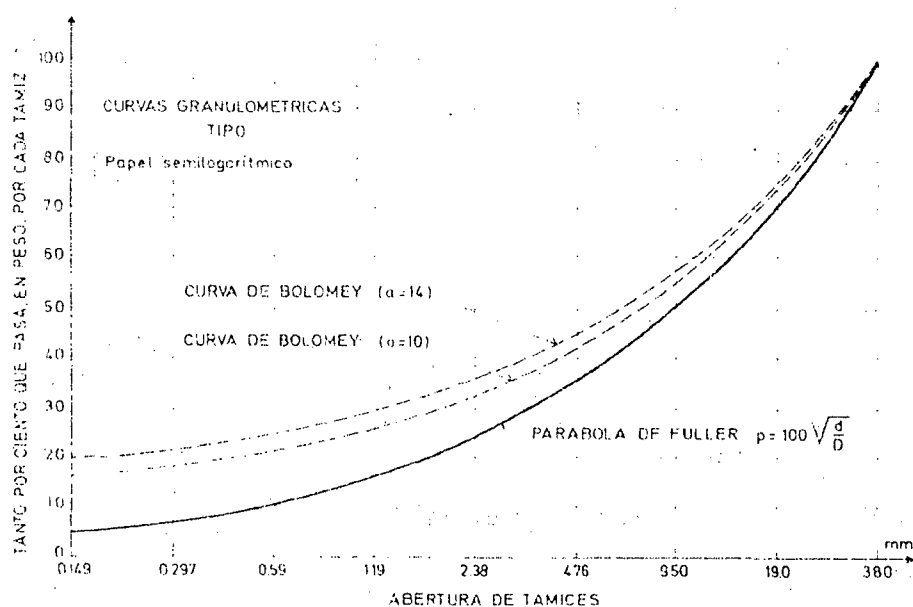


GRÁFICO 14. CURVA DE BOLOMEY PARA DIFERENTE COEFICIENTES “a” <sup>(34)</sup>

(33). Montoya, Meseguer, Morán. Hormigón Armado I. (Mezclas de Agregados), pag. 43

(34). Gráfico 14. Montoya, Meseguer, Morán. Hormigón Armado I. (Mezclas de Agregados), pag. 42

#### 2.4.4.4. Límites del Módulo de Finura

Como no es posible en la práctica llegar a obtener una granulometría óptima y por lo tanto un módulo de finura también óptimo, puesto que las características de los agregados varían de unos a otros, por lo que, para cada clase y tipo de agregado tendremos al menos en teoría, una zona de distribución granulométrica distinta con su respectivo módulo de finura, se utilizan los límites entre los módulos de finura a efectos de determinar zonas dentro de las cuales cualquier granulometría de agregado global es adecuado.

Los límites de la zona de referencia, considera también otro aspecto importante, que es la heterogeneidad del agregado. El agregado por estar compuesto de partículas heterogéneas en cuanto a tamaño, esta sujeto durante el manejo a segregación.

El sistema de una zona que es de uso difundido por su mayor utilidad en la práctica, con respecto al uso de una curva parabólica como es el caso de la curva de Bolomey, considera límites de zona de referencia que están muy estudiados y comprobados experimentalmente. Se dan en forma de tablas que indican las dos proporciones máxima y mínima entre las que puede estar cada tamaño de agregado.

En esta tesis se utilizarán primero la curva de Bolomey, y posteriormente las zonas de los límites de módulo de finura. Una vez que fijemos lo mejor posible nuestra mezcla de agregados a la curva teórica de Bolomey, obtendremos la curva base y por lo tanto el módulo de finura del agregado global base, posteriormente generaremos dos o tres curvas mas variando nuestro modulo de finura del agregado global base en una décima, teniendo como referencia los límites del módulo de finura establecidos por las normas, métodos de diseño de mezcla y especificaciones, de tal manera que nuestras curvas generadas se encuentren dentro de estos límites.

Los límites del módulo de finura para agregado global , que utilizaremos como referencia son las normas DIN 1045, ACI para concreto bombeable y la curva de Bolomey, y se muestra en el cuadro sgte Tabla:

TABLA. 14 LIMITES RECOMENDADOS PARA MÓDULOS DE FINURA

Normas	DIN 1045			Bolomey	Bombeo ACI 304	
	A	B	C	$10+90(d/D)^{1/2}$	Min.	Máx.
MfAG	6.23	4.98	4.05	5.1	4.56	5.57

## 2.5. HIPOTESIS

La aplicación del método del agregado global y módulo de finura, permitirá mejorar la calidad de los diseños de mezclas de concreto en la ciudad de Tarapoto.

## CAPITULO III

### II. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES A UTILIZAR

##### 3.1.1. DESCRIPCIÓN DE CANTERAS A UTILIZAR.

Un aspecto de mucha importancia para la producción continua de concreto lo constituye la búsqueda, calificación y explotación de canteras. Las canteras son depósitos geológicos de donde se extrae agregados, para ser utilizados en la elaboración de concreto. De acuerdo a su formación pueden ser : canteras fluviales, glaciares, aluviales, coluviales, eólicos, etc. El tipo de cantera que se utilizó es fluvial, puesto que se conforma por depósitos que se acumulan a la orilla de los ríos, al ser transportados por la corriente de agua.

Para la selección de las canteras a utilizar en la presente tesis se tuvo en cuenta el aspecto técnico económico, la cantera más cercana a la ciudad de Tarapoto es la del río Cumbaza sector Santa Rosa , y la cantera que nos proporciona la mejor piedra es la cantera del Huallaga (sector Shapaja), estas afirmaciones se basan en los resultados de tesis desarrolladas en la UNSM y empresas particulares . Se llegó a la conclusión de que :

- Los agregados de la cantera del río Huallaga por su naturaleza tienen mayor resistencia al desgaste y al intemperismo siendo su distancia de recorrido mucho mayor que los del río Mayo y estos a su vez del río Cumbaza, siendo los primeros más resistentes a la meteorización y a los esfuerzo mecánicos. <sup>(35)</sup>
- Los materiales de las canteras del río Huallaga como agregado grueso son aptas para la utilización en pavimentos y concretos por su alta resistencia y dureza, mientras que la cantera de río Cumbaza son aptas solo para concretos que no estarán expuestos a fuerzas abrasivas. <sup>(36)</sup>

(35), (36). *Estudio de canteras y su utilización en la construcción. ( tesis ). Autor. Keler Panduro Torres. (Tarapoto 1995).*

De acuerdo a estos resultados se consideró utilizar las canteras del Cumbaza y Huallaga, esto debido a que cada cantera proporciona un agregado que en forma de hormigón no llega a cumplir con todos los requisitos para su utilización en concreto, pero mezclándolos como agregado global podemos obtener buenos resultados.

#### 3.1.1.1. **Cantera del río Cumbaza sector Santa Rosa.**

- a) Ubicación. Se ubica en la parte sur de la ciudad de Tarapoto, aproximadamente a una distancia de 6 Km. Los depósitos de material generalmente se encuentran aguas arriba de la localidad de Santa Rosa de Cumbaza.
- b) Accesibilidad. El acceso principal se inicia por la vía de evitamiento, y continua en forma recta adyacente al perímetro posterior del Aeropuerto, hasta llegar a la zona de extracción.
- c) Topografía. Esta zona se caracteriza por estar formada de llanuras, pendientes suaves, la zona en general es plana, dentro de la topografía de los lugares adyacentes a la ciudad de Tarapoto, se encuentra en una zona baja.
- d) Características Hidrográficas. Es uno de los afluentes del río Mayo, tiene sus nacientes en las alturas de la prolongación del cerro escalera, ubicada al Norte de la Ciudad de Tarapoto a unos 20 Km. aproximadamente en su recorrido atraviesa los distritos de San Antonio de Cumbaza, Morales; así como parte de los territorios de los distritos de Tarapoto, Banda de Shilcayo y Juan Guerra.

El río Cumbaza tiene una longitud de aproximadamente 50Km. y una cuenca de aproximadamente 645 Km<sup>2</sup>. El río Cumbaza en su curso superior tiene un lecho con regular declive; al penetrar en el distrito de Morales la pendiente del cauce baja, en todo este tramo desde el distrito de Morales hasta el distrito de 3 de Octubre que es la zona mas baja, las crecientes dejan en sus orillas abundante material de construcción, el cual es explotado para la mayoría de las construcciones en la provincia de San Martín.

Las crecientes se producen a partir de Noviembre y duran hasta el mes de Marzo, habiendo llegado a tener caudales máximos en algunos años hasta de 300 m<sup>3</sup>/seg; el estiaje comienza en Abril y concluye en Octubre, alcanzando los mínimos en los meses de Julio y Agosto, habiendo llegado a tener caudales de hasta 3.5m<sup>3</sup>/seg.

e) Deposito. Del estudio macroscópico de los componentes de los agregados, se deduce que sus elementos están constituidos por fragmentos de rocas sedimentarias, del tipo de las areniscas, las cuales muestran variedades de color blanco, rosado y gris.

Los elementos de esta cantera provienen de la destrucción por meteorización y erosión de las formaciones geológicas, pertenecientes al sistema cretáceo. Las rocas areniscas que conforman la cantera son rocas aparentemente duras, sin embargo sometidos a la prueba de abrasión en la máquina de los ángeles, los resultados son desfavorables, pues alcanzan los valores de 58% aproximadamente.

En el caso de la arena que se encuentra como agregado fino en esta cantera su valor referente a la dureza es diferente a la de la grava, en vista de que se puede utilizar sin problemas por estar formada mineralógicamente por cuarzo, el cual es de alta dureza cuyo valor es ( H= 7), en la escala de Mos, y tiene la propiedad de ser prácticamente insoluble ante la meteorización química  
(37)

f) Volumen.

Esta cantera se explota diariamente, un parámetro de importancia a ser considerado es la potencia y rendimiento de cantera, esto a efectos de determinar cuantos metros cúbicos de concreto podemos producir explotándola. Para el estudio se determino este rendimiento:

Datos de la Explotación de Cantera :

- Area de Cantera : 15000 m<sup>2</sup>
- Profundidad Aprovechable : 1.20 m.

---

(37). Estudio y características petrográficas de la cantera del Rio Cumbaza. (Ing. Federico Cuba Quiroz )

- Espesor de superficie a eliminar : 0.15 m.
- Esponjamiento : 15%
- Material mayor de 1 1/2" : 3%
- Potencia Bruta en Banco :  $1.20 \times 15000 = 18,000 \text{ m}^3$ .
- Desbroce :  $0.15 \times 15000 = 2250 \text{ m}^3$
- Potencia Neta en Banco :  $18000 - 2250 = 15750 \text{ m}^3$ .
- Material no aprovechable :  $15750 \times 0.03 = 472.50 \text{ m}^3$ .
- **Potencia Aprovechable en Banco** :  $15750 - 472.50 = 15,277.50 \text{ m}^3$ .
- De acuerdo al análisis granulométrico:
 

Porcentaje de Arena < Diam. 3/8" = 81.40 %
- Volumen de arena aprovechable : 12 436 m<sup>3</sup> Aprox.
- Rendimiento de cantera para arena:  $(12\,436 / 18000) \times 100 = 70.00 \%$
- M<sup>3</sup> de concreto utilizando Arena:  $12436 / .45 = 27,636 \text{ m}^3$ .

g) Modo de explotación.

Su explotación corresponde a de trinchera o de tajo abierto empleándose maquinaria del tipo convencional para su extracción y transporte

### 3.1.1.2. Cantera del río Huallaga sector Shapaja.

- a) Ubicación. Se ubica a la altura del Km. 22 de la carretera Tarapoto – Shapaja, margen izquierda del río Huallaga.
- b) Accesibilidad. Cuenta con un acceso de aproximadamente 180mts. A la carretera Tarapoto – Shapaja.
- c) Topografía. La topografía de la zona presenta pendientes suaves, la configuración de la cuenca es considerablemente ondulada.



d) Características Hidrográficas. El río Huallaga es el mayor y más importante afluente del Río Marañón. Pertenece al grupo de los grandes ríos del sistema hidrográfico del Amazonas, con nacientes en la alta cordillera andina, zona de glaciares. En su recorrido atraviesa territorio de los departamentos de Pasco, Huánuco, San Martín y Loreto.

El Río Huallaga con una longitud aproximada de 1300 Km. y una cuenca de aprox. 85620km<sup>2</sup>, nace en el departamento de Pasco. En su curso superior, tiene un lecho con fuerte declive y numerosas rupturas de pendiente. Al penetrar en el Dpto. de Huánuco, forma un importante valle agrícola que se extiende entre Ambo y Santa María del Valle de Huánuco. Tiene un régimen glacio - pluvial, puesto que la alimentación de sus aguas depende de la fusión de los glaciares localizados en sus nacientes y de las lluvias que caen en toda su cuenca. Las crecientes del río se producen a partir de Noviembre y duran hasta Abril, el estiaje comienza en Mayo y concluye en Octubre, alcanzando sus mínimos en el mes de Julio y Agosto; la amplitud máxima entre estiaje y las crecientes puede calcularse en 6 mts.

e) Deposito. En el depósito que conforma la cantera, se observa que los elementos pétreos que constituyen los agregados, presentan una variedad petrográfica, donde predominan las gravas provenientes de la roca ígneas del tipo; Intrusivas de profundidad intermedia y de rocas volcánicas. Muy pocas gravas son de origen metamórfico.

Se distinguen gravas de rocas intrusivas como la sienita y la diorita; gravas compuestas por rocas de profundidad intermedia como pórfidos de andesita y diorita; de rocas volcánicas como andesita, traquita, brechas de andesita en menor proporción. Las rocas ígneas tanto intrusivas como volcánicas que han originado principalmente las gravas, se extienden prácticamente desde las nacientes del Huallaga en Cerro de Pasco, encontrándose también en la parte de la cuenca del Dpto. de Huánuco y parte sur de San Martín (provincia de Tocache).

El Huallaga en su recorrido arrastra los sedimentos originados por la meteorización y la erosión, para depositarlos en las playas cuando las condiciones son favorables y de este modo constituir bancos de material aprovechable como es el caso de la cantera de Shapaja.

Las características petrográficas de las gravas, por estar formadas de rocas ígneas cristalinas de gran dureza y cohesión, determinan que estas rocas son altamente resistentes a los esfuerzos físicos y a los agentes de disolución química. Razón por la cual cuando son sometidos a ensayos de abrasión y durabilidad, los resultados como calidad de material siempre son favorables.

La abrasión de la máquina de los ángeles alcanza un valor de aproximadamente 18%, y en los ensayos de durabilidad los resultados son bajos.

f) Volumen. Esta cantera se explota eventualmente, cuando se presenta Obras de considerable envergadura y enfatizan en la selección y calidad de los agregados a ser utilizados, un parámetro de importancia a ser considerado es la potencia y rendimiento de cantera, esto a efectos de determinar cuantos metros cúbicos de concreto podemos producir explotándola. Para el estudio se determinó este rendimiento:

Datos de la Explotación de Cantera :

- Área de Cantera : 20, 000 m<sup>2</sup>
- Profundidad Aprovechable : 1.50 m.
- Espesor de superficie a eliminar : 0.15 m.
- Esponjamiento : 10%
- Material mayor de 1 1/2" : 3%
- Potencia Bruta en Banco :  $1.50 \times 20000 = 30, 000 \text{ m}^3$ .
- Desbroce :  $0.15 \times 20000 = 3000 \text{ m}^3$
- Potencia Neta en Banco :  $30\ 000 - 3000 = 27\ 000 \text{ m}^3$ .
- Material no aprovechable :  $27000 \times 0.02 = 540 \text{ m}^3$ .
- **Potencia Aprovechable en Banco :  $27\ 000 - 540 = 26, 460 \text{ m}^3$ .**
- De acuerdo al análisis granulométrico:
  - Porcentaje de Piedra Mat. > No. 4 = 62.84 %
  - Porcentaje de Arena = 37.16 %
- Volumen de piedra aprovechable : 16, 630 m<sup>3</sup> Aprox.
- Volumen de arena aprovechable : 9, 830 m<sup>3</sup> Aprox.
- Rendimiento de cantera para piedra:  $(16\ 630 / 30\ 000) \times 100 = 55.4 \%$

- Rendimiento de cantera para arena:  $(9\,830/30\,000) \times 100 = 32.7\%$
- M3 de concreto utilizando piedra:  $16\,630 / .78 = 21\,320\text{ m}^3$ .

g) Modo de explotación. Su explotación corresponde a de trinchera o de tajo abierto empleándose maquinaria del tipo convencional para su extracción y transporte.

### 3.1.2. TIPO DE CEMENTO A UTILIZAR.

Considerando que el cemento que se utiliza en nuestro medio y en todo el departamento de San Martín es el cemento Pacasmayo, y que por su disponibilidad y costo a copado el mercado con relación a otras marcas que se fabrican en el Perú, se utilizó este producto.

En 1998 empezó a funcionar la planta de cemento localizada en Rioja cuya capacidad de producción anual es de 150 000 Ton. De cemento. En la actualidad esta fábrica presenta en el mercado el cemento tipo IP, con adición de zeolita propia de la materia prima, cuyas propiedades en comparación con el tipo I, son especiales para el clima variable de esta zona.

Teniendo en cuenta esta ventaja y que el costo con relación al tipo I es el mismo, se utilizó el cemento adicionado tipo IP, para la elaboración de las probetas cilíndricas de concreto.

El Cemento Tipo IP Especial, se obtiene mediante la molienda conjunta de clinker Portland, yeso y zeolita. La zeolita empleada es científicamente considerada como una de las puzolanas naturales de mayor reactividad.

Las ventajas de utilizar este cemento tipo IP son :

- Desarrolla con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las del cemento común.
- Debido a su formulación especial genera un menor calor de hidratación, que evita contracciones y fisuraciones de origen térmico.
- La zeolita conduce a la formación de productos cementantes que reducen la porosidad e incrementan la impermeabilidad, consiguiéndose así una mayor durabilidad del concreto.
- Inhibe la reacción Alkali – Agregado.

TABLA. 15 REQUISITOS FISICOS DEL CEMENTO PACASMAYO TIPO IP

REQUISITOS FISICOS	TIPO IP
Resistencia a la compresión	
3 días, kg/cm2, mín.	130
7 días, kg/cm2, mín.	200
28 días, Kg/cm2, mín.	250
Tiempo de fraguado en minutos.	
Inicial, Mín.	45
Final, máx	420
Resistencia a los sulfatos.	
% máximo de expansión	.10 ( 6 MESES )
Calor de hidratación,	
7días, máx. kj / kg	290
28 días, máx, kj / kg.	330

Las aplicaciones de este tipo de cemento se da a todo tipo de estructuras de concreto armado, concreto masivo, y obras hidráulicas en general.

### 3.1.3. Material para el Refrenado de Probetas de Concreto.

Para el refrenado de los testigos de concreto se utilizó una combinación de azufre y arcilla de alta plasticidad, esta arcilla de color blanca la extrajimos de las zonas adyacentes al Río Shilcayo, ( sector Achual) .

Primero se deshidrato la arcilla mediante el horno durante 24 horas, posteriormente se pulverizó hasta obtener un material muy fino, en este estado se mezcló con el azufre en proporción 3 Azufre : 1 Arcilla. hasta obtener un polvo homogéneo, posteriormente el polvo se calentó en un horno de 800 C. hasta obtener una sustancia plástica y poder realizar el capeado de probetas.

### 3.2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.2.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

La investigación se define como Experimental, puesto que la observación se hizo en circunstancias de manipular las variables, e interrelacionarlas de acuerdo al objetivo que se persigue.

#### 3.2.2. UNIVERSO Y/O MUESTRA

Puesto que tratamos con diseño de mezclas de concreto, y siendo el agregado el material que presenta variabilidad en sus características de acuerdo a las canteras a utilizar, con respecto al cemento y el agua que son constantes. El Universo Muestral está conformado por todos los agregados finos y gruesos que se encuentran en la cantera del Río Cumbaza ( Santa Rosa ), y la cantera del Río Huallaga (Shapaja) respectivamente.

#### 3.2.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

En los trabajos de investigación experimental siempre tratamos con variables, sean éstas dependientes o independientes, en muchos problemas existe una relación inherente entre 2 o más variables, y resulta necesario explorar la naturaleza de esta relación. El análisis de regresión es una técnica estadística para el modelado y la investigación de la relación entre 2 o más variables. El modelo de regresión lineal simple se utiliza más para variables que simulan una recta, y los modelos de regresión potencial, logarítmica y polinomial cuando la respuesta es curvilínea.

Teniendo como base nuestra hipótesis, para demostrar que el método del agregado global y módulo de finura tiene mayor aproximación al resultado real que los métodos convencional utilizados en nuestro medio, se relacionó las variables Resistencia a Compresión Vs. Relación agua / cemento obtenidas del método propuesto, y las comparamos con la misma relación que presenta el método ACI, y las tablas del IMCYC (Instituto Mexicano del Concreto y Cemento), para dosificación de mezclas. A efectos de poder determinar en que grado los valores de estas últimas difieren de las que determinamos experimentalmente.

Para relacionar estas dos variables y poder ser comparadas, se utilizó el modelo estadístico de regresión potencial, puesto que está demostrado que la disposición de puntos cuando se relacionan estas dos variables (Resistencia a Compresión Vs. Relación a/c) adopta una forma curvilínea potencial, cuya ecuación general es :

$$Y = a X^b$$

Donde :

Y = Resistencia a Compresión axial a los 28 días

X = Relación (agua / cemento) en peso

a,b = Constantes

Tendremos una ecuación para cada Módulo de Finura Global, después de determinar el MFG\* optimo o mejor dosificación, tendremos su ecuación y con esto podremos obtener para que valores de relaciones agua/cemento obtenemos resistencias a la compresión, de 210 Kg/cm<sup>2</sup> y 175Kg/cm<sup>2</sup>, que obedezcan a materiales de la zona.

#### 3.2.4. SISTEMA DE VARIABLES

- Variable Independiente

Aplicación del método del agregado global y módulo de finura.

- Variable Dependiente

Mejorara la calidad de los diseños de Mezclas de concreto en la ciudad de Tarapoto.

\* MFG = Módulo de Finura Global

### 3.2.5. METODOLOGÍA

Se presentan los métodos y procedimientos que se planteó utilizar en el desarrollo del presente trabajo, teniendo como primera actividad la extracción de muestras de agregados para cuantificar y evaluar sus características y propiedades en laboratorio, para luego con estos datos aplicar el método de dosificación de concreto y por último los métodos para evaluar la calidad del concreto en estado fresco y endurecido. A continuación se describe cada uno de estos métodos.

#### 3.2.5.1. Descripción de los Ensayos para la evaluación de la calidad del Agregado.

La cuantificación de las propiedades del agregado toma importancia por que son utilizados en los cálculos para el proporcionamiento de mezclas de concreto y en los aspectos que el diseñador debe considerar para la exposición que tendrá el concreto fabricado con esos agregados durante la vida útil de la estructura. Esta cuantificación se lleva a cabo mediante ensayos a nivel de laboratorio. El desarrollo de estos ensayos se realizó en el laboratorio de tecnología de concreto de la UNSM, y se basó en el procedimiento que establece la norma ASTM C 33 y las normas NTP correspondientes.

##### a) Peso Específico del Agregado Fino ( NTP 400.022 ).

Esta norma establece un método de ensayo para determinar el peso específico de masa, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y el porcentaje de absorción (después de saturarse 24 horas en agua) del agregado fino.

##### Aparatos :

- Balanza, con sensibilidad de 0.1 gramos o menos y con capacidad de 1Kg. a mas.
- Frasco, volumétrico de 500 cm<sup>3</sup> de capacidad, calibrado hasta 0.10 cm<sup>3</sup> a 20°C.
- Molde Cónico, metálico, de 40 mm de diámetro en la parte superior, 90mm de diámetro en la parte inferior, y 75 mm de altura.
- Barra compactadora, de metal de 340 g +\_ 15 gr. de peso con un extremo de superficie plana circular de 25 mm. +\_ 3 mm. de diámetro.
- Estufa, capaz de mantener una temperatura de 110°C +\_ 5°C.
- Termómetro, con aproximación de 0.5°C.

#### Preparación de la Muestra:

Se coloca aproximadamente 1000 g. del agregado fino, obtenido del agregado que se desea ensayar por el método del cuarteo, en un envase adecuado. Después de secarlo a peso constante a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ . se cubre la muestra con agua y se deja en reposo durante 24 horas.

Se extiende sobre una superficie plana expuesta a una corriente suave de aire tibio y se remueve con frecuencia para garantizar un secado uniforme. Se continua esta operación hasta que los granos del agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí. Lugo se coloca el agregado fino en forma suelta en un molde cónico se golpea la superficie suavemente 25 veces con la barra del metal y se levanta el molde verticalmente.

Si existe humedad libre, el cono de agregado fino mantendrá su forma. Se sigue secando, revolviendo constantemente y se prueba a intervalos frecuentes hasta que el cono se derrumbe al quitar el molde. Esto indica que el agregado fino a alcanzado una condición de superficialmente seca.

#### Procedimiento:

Se introduce de inmediato en el frasco una muestra de 500 gr. del material en condición saturado superficialmente seco, se llena de agua hasta alcanzar casi la marca de 500 cm<sup>3</sup>. A una temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Luego se hace rodar el frasco sobre una superficie plana para eliminar todas las burbujas de aire, después de lo cual se coloca en un baño a temperatura constante de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Después de aproximadamente 1 hora se llena con agua hasta la marca de 500 cm<sup>3</sup>, y se determina el peso total del agua introducida en el frasco con aproximación de 0.1 gr. Se saca el agregado fino del frasco se seca hasta peso constante a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$ , se enfría a temperatura ambiente en un secador durante media hora a una hora y media, y se pesa.



### Expresión de los Resultados:

- Peso Específico de Masa

$$Pe = W_o / (V - V_a) \dots\dots\dots 3a$$

En donde :

Pe = Peso Específico de Masa

W<sub>o</sub> = Es el peso en el aire de la muestra secada al horno, en gramos

V = Es el volumen del frasco en centímetros cúbicos.

V<sub>a</sub> = Es el peso en gramos o volumen en cm<sup>3</sup> del agua añadida al frasco.

- Peso Específico Aparente

$$Pe,a = W_o / (V - V_a) - (500 - W_o) \dots\dots\dots 3b$$

Pe,a = Peso Específico Aparente.

- Peso Específico de masa Saturado con Superficie Seca.

$$Pe,s = 500 / (V - V_a) \dots\dots\dots 3c$$

Pe,s = Peso Específico de masa del material saturado superficialmente seco.

- Absorción.

$$Ab = ( 500 - W_o ) / ( W_o ) \times 100 \dots\dots\dots 3d$$

Ab = Porcentaje de Absorción.

### Precisión de los Resultados:

Determinaciones por partida doble no deben diferir en  $\pm 0.01$  en el caso del peso específico y  $\pm 0.1$  en el caso del porcentaje de absorción; de no cumplirse esta condición los ensayos deberán realizarse nuevamente.

### b) Peso Específico del Agregado Grueso ( NTP 400.021 ).

Esta norma establece un método de ensayo para determinar el peso específico de masa, el peso específico saturado superficialmente seco, el peso específico aparente y el porcentaje de absorción (después de saturarse 24 horas en agua ) del agregado Grueso.

### Aparatos:

- Balanza, con una capacidad de 5Kg. o más y con sensibilidad de 0.5 g. o menos.
- Cesta de malla de alambre, con abertura correspondiente al tamiz 3mm ( No 6 ), o menor o un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4000 cm<sup>3</sup> a 7000 cm<sup>3</sup>.
- Envase adecuado para sumergir la cesta de alambre en agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- Estufa, capaz de mantener una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Termómetro, con aproximación de  $0.5^{\circ}\text{C}$ .

### Muestra de Ensayo:

Se seleccionará por el método de cuarteo, aproximadamente 5 Kg del agregado que se desea ensayar, rechazando todo el material que pase el tamiz 4.75 mm ( No 4 ).

### Procedimiento:

Después de un lavado completo para eliminar el polvo u otras impurezas superficiales de las partículas, se seca la muestra hasta peso constante a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$  y luego se sumerge en agua por un periodo de 24 Horas  $\pm 4$  h.

Se saca la muestra del agua y se hace rodar sobre un paño grande absorbente, hasta hacer desaparecer toda película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aún aparezcan húmeda. Se secan separadamente los fragmentos más grandes. Se tiene cuidado en evitar la evaporación durante la operación de secado de la superficie. Se obtiene el peso de la muestra bajo la condición saturado superficialmente seco. Se determina éste y todos los demás pesos con aproximación de 0.5 gr.

Después de pesar en condición SSS (Saturado Superficialmente Seco), se coloca de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y se determina su peso sumergida en agua a temperatura de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Se seca la muestra hasta peso constante, a una temperatura de  $100^{\circ}\text{C}$  a  $110^{\circ}\text{C}$  y se deja enfriar hasta temperatura ambiente, durante 1 hora a 3 horas y se pesa.

#### Expresión de los Resultados:

- *Peso Específico de Masa*

$$Pe = A / (B - C) \dots\dots\dots 4a$$

donde :

Pe = Peso Específico de Masa

A = Es el peso en el aire en gramos, de la muestra secada al horno,

B = Es el peso en el aire en gramos, de la muestra saturada con superficie seca.

C = Es el peso en gramos de la muestra sumergida en agua.

- *Peso Específico Aparente*

$$Pe,a = A / (A - C) \dots\dots\dots 4b$$

- *Peso Específico de Masa saturado con superficie seca*

$$P_{sss} = B / (B - C) \dots\dots\dots 4c$$

- *Absorción*

$$Abs. = [ (B - A) / A ] \times 100 \dots\dots\dots 4d$$

#### Precisión de Resultados:

Determinaciones por partida doble no deben diferir en  $\pm 0.01$  en el caso del peso específico y  $\pm 0.1$  en el caso del porcentaje de absorción; de no cumplirse esta condición los ensayos deberán realizarse nuevamente.

#### c) Análisis Granulométrico del Agregado Fino , Grueso y Global ( NTP 400.012 )

Esta norma técnica peruana establece el método para la determinación de la distribución por tamaños de partículas de agregado fino, grueso y global por tamizado.

#### Aparatos:

- **Balanzas:** Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación:  
Para agregado fino, con aproximación de 0.1 gr. Y exacta a 0.1 gr. ó 0.1% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.  
  
Para agregado grueso o agregado global, con aproximación y exacta a 0.5 gr. ó 0.01% de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.
- **Tamices:** Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.

- **Agitador Mecánico de Tamices:** Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. El tiempo de tamizado se recomienda en 10 min.
- **Horno:** Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

#### Muestreo:

Tomar la muestra de agregado de acuerdo a la NTP. 400.010. El tamaño de la muestra de campo deberá ser la cantidad indicada en la NTP 400.010 ó cuatro veces la cantidad requerida en el cuadro que se presenta para agregado grueso.

- *Agregado Fino:* La cantidad de la muestra de ensayo , luego del secado será de 300 gr. mínimo.
- *Agregado Grueso:* La cantidad de muestra de ensayo de agregado grueso será conforme a lo indicado en la sgte. Tabla No. 16 :

TABLA No.16.CANTIDAD DE MUESTRA DE ENSAYO PARA AGREGADO GRUESO

Tamaño Max. Nominal . mm ( pulg. )	Cantidad de la muestra de ensayo Mín.
9.5 ( 3/8 )	1
12.5 ( 1/2 )	2
19 ( 3/4 )	5
25 ( 1 )	10
37.5 ( 1 1/2 )	15
50 ( 2 )	20
63 ( 2 1/2 )	35

- Agregado global: La cantidad de muestra de ensayo de agregado global será la misma
- que para la del agregado grueso.

#### Procedimiento:

Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Se seleccionan tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. El uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal que como modulo de finura o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un periodo suficiente aprx 10 min.

Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación del tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4.75 mm. , la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7 kg/m<sup>2</sup> de área superficial de tamizado. Para tamices con aberturas de 4.75 mm. Y mayores, la cantidad requerida en kg no deberá sobrepasar el producto de 2.5 x (abertura del tamiz en mm. x ( área efectiva del tamizado, m<sup>2</sup>)).

#### Cálculo:

Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximadamente al 0.1% m{as cercano de la masa seca inicial de la muestra. Si la misma muestra fue ensayada por el método de ensayo que se describe en la NTP 400.018, incluir la masa de material mas fino que la malla ( N 200 ) calculada por el método del lavado y utilizar el total de la mása de la muestra seca previa al lavado descrito en el método de ensayo de la NTP 400.018, como base para calcular todos los porcentajes.

Cuando se requiera, calcular el módulo de finura, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los sgtes tamices: ( porcentaje acumulado retenido) y dividir la suma

entre 100: ( No 100 ), ( No 50 ), ( No 30 ), ( No 16 ), ( No 8 ), ( No 4 ), ( 3/8" ), ( 1/4" ), ( 1 1/2" ), y mayores; incrementando en la proporción 2 a 1.

#### Reporte:

Dependiendo de las especificaciones para el uso del material, el reporte incluirá lo sgte:

- Porcentaje total que pasa cada tamiz.
- Porcentaje total retenido en cada tamiz.
- Porcentaje retenido entre tamices consecutivos.
- Reportar el módulo de finza cuando se solicite , al 0.01

#### d) Peso Unitario del Agregado ( NTP 400.017 )

Este método de ensayo cubre la determinación de peso unitario suelto o compactado y el cálculo de vacíos en el agregado fino , grueso o una mezcla de ambos ( Global ) , basados en la misma determinación , Este método se aplica a agregados de tamaño máximo nominal de 150mm.

#### Aparatos:

- Balanza : Una balanza con aproximación a 0.05 Kg. Y que permita leer con una exactitud de 0.1% del peso de la muestra.
- Barra Compactadora: Recta, de acero liso de 16mm ( 5/8" ) de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud y terminada en punta semiesférica.
- Recipientes de Medida: Cilíndricos, metálicos, preferiblemente con asas. Estancos con tapa y fondo firmes y parejos, con precisión en sus dimensiones interiores y suficientemente rígido para mantener su forma en condiciones severas de uso. Los recipientes tendrán una altura aproximadamente igual al diámetro, pero en ningún caso la altura será menor del 80% ni mayor de 150% del diámetro. La capacidad dependerá del tamaño del agregado de acuerdo con los límites establecidos en la tabla (1) . El espesor del metal se indica en la tabla (2). El borde superior será pulido y plano dentro de 0.25 mm y paralelo al fondo dentro de 0.5%. La pared interior deberá ser pulida y continua.

- Pala de Mano: Una pala o cucharón de suficiente capacidad para llenar el recipiente con el agregado.
- Equipo de Calibración: Una plancha de vidrio de por lo menos 6 mm (1/4") de espesor y 25 mm (1") mayor del diámetro del recipiente a calibrar.

La muestra de ensayo será de aproximadamente 125% a 200% de la cantidad requerida para llenar la medida y será manipulada evitando su segregación. Secar el agregado a peso constante en un horno preferiblemente a  $110\text{ C} \pm 5\text{ C}$ .

#### Selección del Procedimiento :

El procedimiento para la determinación del peso unitario suelto se usará sólo cuando sea indicado específicamente. De otro modo, el peso unitario compactado será determinado por el procedimiento de apisonado para agregados que tengan un tamaño máximo nominal de 37,5 mm ( 1 1/2" ) o menos; o por el procedimiento de percusión para agregados con tamaño máximo nominal entre ( 1 1/2" a 6" ).

En nuestro caso por tener un tamaño máximo nominal de agregado de 1 1/2" , utilizaremos el procedimiento de apisonado.

#### Procedimiento :

##### Peso unitario seco compactado.

Se llena la tercera parte del recipiente de medida y se nivela la superficie con la mano. Se apisona la capa con la barra compactadora, mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta las dos terceras partes de la medida y de nuevo se compacta con 25 golpes como antes. Finalmente, se llena la medida hasta rebosar, golpeándola 25 veces con la barra compactadora; el agregado sobrante se elimina utilizando la barra compactadora como regla.

Al compactar la primera capa, se procura que la barra no golpee el fondo con fuerza. Al compactar las últimas dos capas, sólo se emplea la fuerza suficiente para que la barra compactadora penetre la última capa de agregado colocada en el recipiente.



Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente sólo y se registra los pesos con una aproximación de 0.05 kg.

Peso unitario seco suelto.

El recipiente de medida se llena con una pala o cuchara hasta rebosar, descargando el agregado desde una altura no mayor de ( 2" ) por encima de la parte superior del recipiente. El agregado sobrante se elimina con una regla.

Se determina el peso del recipiente de medida más su contenido y el peso del recipiente y se registran los pesos con una aproximación de 0.05 kg.

Cálculos :

Peso Unitario.- El cálculo del peso unitario compactado o suelto , es como sigue:

$$M = ( G - T ) / V \dots\dots\dots 5a$$

$$M = ( G - T ) * F \dots\dots\dots 5a$$

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup>

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.

T = Peso del recipiente de medida en Kg

V = Volumen de la medida en m<sup>3</sup>

F = Factor de la medida en m<sup>-3</sup>

El peso unitario determinado por este método de ensayo es para agregados en la condición seco. Si se desea calcular el peso unitario en la condición saturado con superficie seca (sss), se utiliza la sgte. Expresión:

$$M_{sss} = M[1 + (A/100)] \dots\dots\dots 5c$$

Donde:

$M_{sss}$  = Peso unitario en la condición saturado superficialmente seco, en  $k/m^3$

$A$  = Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma NTP 400.021 o NTP 400.022.

#### Contenido de vacíos:

$$\% \text{ Vacios} = 100 [(S \times W) - M] / (S \times W)$$

Donde:

$M$  = Peso Unitario del agregado en  $k/m^3$

$S$  = Peso Específico de masa (base seca)

$W$  = Densidad del agua,  $998 \text{ kg/m}^3$

#### Precisión Agregado grueso (Peso Unitario):

Para un solo operador la desviación típica ha sido establecido en  $14 \text{ kg/m}^3$ . Luego los resultados de dos ensayos realizados por un solo operador con el mismo material no diferirán en más de  $85 \text{ kg/m}^3$ .

Estos índices de precisión, desviación típica, han sido establecidos para peso normal y de tamaño máximo nominal de (1"), utilizando un recipiente de medida de  $\frac{1}{2} p3$  de capacidad.

#### Precisión Agregado Fino (Peso Unitario):

Precisión para un solo operador la desviación típica ha sido establecida en  $14 \text{ kg/m}^3$ . Luego los resultados de dos ensayos realizados por un solo operador con un mismo material no diferirán en más de  $40 \text{ kg/m}^3$ . Estos índices de precisión y desviación típica han sido establecidos para peso unitario suelto, utilizando un recipiente de medida de  $1/10 p3$ .

TABLA No. 17 – Capacidad de la medida

Tamaño máximo nominal del agregado		Capacidad de la medida	
mm	Pug.	L (m3)	P3
12.5	1/2	2.8 (0.0028)	1/10
25	1	9.3 (0.0093)	1/3
37	1 1/2	14 (0.014)	1/2
75	3	28 (0.028)	1
112	4 1/2	70 (0.070)	2 1/2
150	6	100 (0.100)	3 1/2

TABLA No. 18 – Requisitos para los recipientes de medida

ESPESOR DEL METAL , MINIMO			
Capacidad de medida	Fondo	Sobre 1 1/2" de pared	Espesor adicional
Menos de 0.4 p3	0.2 pulg	0.10 pulg	0.10 pulg
De 0.4 p3 a 1.5 p3 , incluido	0.2 pulg	0.20 pulg	0.12 pulg
Sobre 1.5 a 2.8 p3, incluido	0.4 pulg	0.25pulg	0.15 pulg
Sobre 2.8 a 4 p3 , incluido	0.5 pulg	0.30 pulg	0.20 pulg
Menos de 11 L	5 mm	25 mm	2.5 mm
11 a 42 L, incluido	5 mm	5 mm	3 mm
Sobre 2.8 a 4 p3 , incluido	10 mm	6.4 mm	3.8 mm
Sobre 2.8 a 4 p3 , incluido	13 mm	7.6 mm	5 mm

TABAL No. 19- Densidad del Agua

TEMPERATURA		Kg/m <sup>3</sup>	Lb/p <sup>3</sup>
C	F		
15.6	60	999.01	62.366
18.3	65	998.54	62.336
21.1	70	997.97	62.301
23	73.4	997.54	62.274
23.9	75	997.32	62.261
26.7	80	996.59	62.216
29.4	85	995.83	62.166

e) Material que pasa la malla No. 200 ( NTP 339.132 )

Este ensayo describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz No. 200 en un agregado. Durante el ensayo se separan de la superficie del agregado, por lavado, las partículas que pasan el tamiz No. 200 , tales como. Arcilla, agregados muy finos, y materiales solubles en el agua.

Aparatos :

- Balanza , con sensibilidad de por lo menos 0.1% del peso de la muestra que se va a ensayar.
- Dos tamices, siendo el menor de ( No. 200 ) y el otro ( No. 16 ).
- Recipientes.
- Estufa, de tamaño adecuado y capaz de mantener una temperatura constante y uniforme de 110° +\_ 5° C.

### Muestra de Ensayo

Tómese la muestra de agregado de acuerdo con los procedimientos descritos en la NTP ( 400.01). Redúzcase la muestra por cuarteo, hasta un tamaño suficiente, de acuerdo con el tamaño máximo del material, si va a ser sometida a tamizado en seco. En caso contrario , la muestra no será menor que la indicada en la tabla No. 20 :

TABLA No. 20. CANTIDAD MINIMA DE MATERIAL PARA EL ENSAYO

Tamaño nominal máx. en (mm)	Peso mínimo en ( gr )
2.38 (No. 8 )	100
4.76 (No. 4 )	500
9.51 ( 3/8")	2000
19 (3/4")	2500
31.10 (11/2" o mayor )	5000

### Procedimiento

- Séquese la muestra de ensayo, hasta peso constante, a una temperatura que no exceda los  $110 \pm 5^{\circ} \text{C}$  y pésese con una precisión de 0.1 %.
- Después de secada y pesada , colóquese la muestra de ensayo en el recipiente y agréguese suficiente cantidad de agua para cubrirla. Agítese vigorosamente el contenido del recipiente y de inmediato viértase sobre el juego de tamices armado. Se considera satisfactorio el uso de una cuchara para agitar la muestra en el agua.
- Agítese con suficiente vigor para lograr la separación total de todas la partículas más finas que el tamiz ( No. 200 ), y provocar la suspensión del material fino, de manera que pueda ser removido por decantación del agua de lavado. Es conveniente tener el cuidado necesario para no arrastrar las partículas mas gruesas .Repítase esta operación hasta que el agua de lavado salga completamente limpia.

- Devuélvase todo el material retenido en el juego de tamices a la muestra lavada. Sáquese el agregado lavado hasta obtener un peso constante, a una temperatura que no exceda del  $10 \pm 5^\circ \text{C}$  y pésese con una aproximación de 0.1% del peso de la muestra.
- El agua empleada no debe contener detergentes, agentes dispersantes u otras sustancias de este tipo.

### Cálculos

Calcúlese la cantidad de material que pasa el material No. 200 por lavado de la forma siguiente:

$$A = ((B - C)/B) \times 100$$

Siendo :

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz No. 200, por lavado.

B = Peso original de la muestra seca, en gramos.

C = Peso de la muestra seca, después de lavada, en gramos.

### **3.2.5.2. Diseño y Dosificación.**

Como ya se dijo el diseño de mezcla tiene como propósito dotar al concreto en estado fresco y endurecido de ciertas propiedades mínimas requeridas de acuerdo al tipo de obra, a la función que va a desempeñar la estructura y las condiciones climáticas del lugar, todo esto producido con la mayor economía posible, por lo tanto el diseño está relacionado a la forma en que nosotros asumamos las propiedades que consideremos más importantes que debe cumplir, y que son obtenidas mediante cambios en las proporciones de los componentes del concreto.

Este método de dosificación utiliza estos cambios en las proporciones, de tal manera que podamos comprobar, con que relación agua / cemento y con que módulo de finura obtenemos las mejores propiedades para el concreto, que estos materiales nos puedan brindar.

### Selección de las proporciones.

- (a) Por tratarse de concretos de mediana resistencia a baja resistencia, se considero estas tres relaciones a/c ( 0.6 , 0.65 , 0.7 ) que se utilizarán por separado, para cada relación a/c tendremos 3 diseños utilizando los mismos agregados pero en 3 diferente proporciones, o sea se tendrá como variable la relación fino / grueso.
- (b) El asentamiento obedecerá a concretos plásticos = 3" – 4"

### Procedimiento de diseño.

#### 1) Elección del asentamiento.

Deseamos obtener un asentamiento de 3" a 4", que obedece a consistencias plásticas.

#### 2) Determinación del tamaño máximo nominal de agregado grueso.

Se obtuvo del análisis granulométrico del agregado grueso TMN = 11/2".

#### 3) Estimación del volumen unitario de agua y el contenido de aire.

Esta demostrado experimentalmente que la cantidad de agua para concreto esta en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del grado de fluidez que queramos tenga nuestro concreto medido en términos de consistencia o ( slump).

Para nuestro caso el tamaño máximo nominal de agregado grueso y la consistencia que utilizaremos son constantes, por lo que la cantidad de agua será la misma para todas las dosificaciones.

La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado esta en estado seco.

Para la determinación del volumen unitario de agua base, utilizaremos como punto de partida la tabla No. 21, cuya fuente es: *Proportioning Ready Mixed Concrete* ( Delmar L. Bloem and Stanton Walker ).

TABLA ( 21 ). VOLUMEN UNITARIO DE AGUA<sup>(38)</sup>

TAMANO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO ( PUL.G )	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y Perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	183	213	203	228	232	252
1/2"	183	203	198	218	223	242
3/4"	173	193	188	208	208	228
1"	163	183	178	198	198	218
1 1/2"	158	173	173	188	188	208
2"	148	163	163	178	178	198
3"	138	153	153	168	163	183

Los Valores de l Tabla corresponden a concretos sin aire incorporado.

Traducción : Ing. Rafael Cachay Huaman.

(38). Rafael Cachay Huamán, *Diseño de Mezclas*, pag.131



La tabla ( 22 ) , da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezclas sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la NTP 400.037.

TABLA (22) CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.<sup>(39)</sup>

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO %
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

#### 4) Selección de la relación agua / cemento.

La selección de la relación a/c está en función de la resistencia a compresión a la que pretendemos llegar y de la durabilidad que deseemos adopte nuestro concreto , para esto existen tablas dadas por el comité 211 ACI, y otras instituciones mas como el IMCYC , diseñadas con agregados que obedecen a características de otras latitudes. Pero para este caso como nuestro propósito no es obtener un  $F'c$  especificado, si no de determinar que resistencias obtenemos haciendo variar la granulometría de nuestro agregado en función de su módulo de finura , se estableció a nuestro criterio las sgtes . relaciones a/c. (0.6 , 0.65 , 0.7 ). teniendo como punto de partida las tablas No. 23 y No. 24:

Las relaciones agua/cemento de diseño que mostraremos a continuación, se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua/cemento efectiva se

(39). Enrique Rivva Lopez. *Diseño de Mezclas*, pag.81

refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado.

TABLA No.23 RELACIÓN ENTRE LA RAZON AGUA/CEMENTO Y EL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO.<sup>(40)</sup>

Esfuerzo de Compresión a los 28 días ( kg/ cm <sup>2</sup> )	Relación agua / cemento por peso	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
420	0.41	-
350	0.48	0.4
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

Fuente : IMCYC NS - 2

TABLA No. 24 RELACIÓN AGUA – CEMENTO POR RESISTENCIA.<sup>(41)</sup>

F'cr (28 días)	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.80
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

Fuente : Nacional Ready Mixed Concrete Association

(40). Rafael Cachay Huamán. *Diseño de Mezclas*, pag132

(41). Enrique Rivva Lopez. *Diseño de Mezclas*, pag92

La resistencia corresponde a resultados a los 28 días, de probetas cilíndricas estándar de (15 x 30 cm), preparadas y curadas de acuerdo a lo indicado en la NTP (339.033), que describiremos en el acápite (3.2.4) , Estas relaciones agua/cemento que presentamos obedecen al criterio de selección por resistencia , existen tablas que obedecen al criterio de selección por durabilidad, no se presenta en la presente tesis puesto que están diseñadas para estructuras que van a estar sometidas a condiciones de intemperismo severo, como la acción de hielo y deshielo, expuestas al agua de mar, sulfatos, etc, lo cual no representa nuestra realidad.

##### 5) Calculo de la cantidad de cemento en peso.

Conocidos el volumen unitario de agua por unidad de volumen de concreto y la relación agua/cemento seleccionada, se puede seleccionar el factor de cemento por unidad cúbica de concreto mediante la división de le volumen unitario de agua, expresado en litros por metro cúbico, entre la relación agua/cemento, obteniéndose el número de kilos de cemento por unidad cúbica de concreto. Estará en función de la relación agua / cemento y la cantidad de agua ya definida :

$$\text{Cemento ( Kg )} = \text{Peso del Agua ( Kg )} / \text{Relación a/c}$$

##### 6) Estimación del volumen de agregado fino y grueso.

Para obtener el porcentaje de agregado fino y grueso realizaremos un estudio granulométrico de la mezcla de agregados, con el propósito de obtener tres curvas que representen la mejor condición del agregado global en cuanto a su granulometría ajustando al máximo posible nuestra curva mezcla a la parábola de “Bolomey”, (ver Gráfico 11). Las curvas mezcla que se encuentren en los límites granulométricos superior e inferior, o se encuentren fuera de estos, no se considerarán, teniendo que definir solamente tres curvas, de las cuales una será la curva base o posible mejor combinación y las otras dos restantes como alternativas, a efectos de poder determinar cómo varían las propiedades del concreto para diferentes proporciones fino/grueso.

### 11) Cantidad de material por metro cúbico.

Una vez que se logro hallar las condiciones necesarias del diseño de mezcla, se procederá a cuantificar la cantidad de material que se necesita por metro cúbico para un determinado diseño. En nuestro caso hemos obtenido diferentes valores para cada una de las relaciones agua /cemento y cada una de ellas con su cambio de módulo de finura global. Con esto tendremos un estimado de cuanto material necesitamos para lograr un metro cúbico de concreto.

Estos valores son hallados tanto en el diseño en seco como en el diseño en obra, en nuestro caso como las propiedades de todos los elementos utilizados se encuentran con valores normales y casi invariables, solo es necesario poner atención al diseño en seco, ya que el diseño en obra puede variar por el procedimiento constructivo que se siga y por el grado de control que en ella se esté tomando en cuenta.

#### **3.2.5.3. Descripción de Ensayos a desarrollar para la evaluación de la calidad del Concreto.**

Para poder cuantificar la calidad del concreto es necesario desarrollar ensayos tanto en su estado fresco como endurecido, de tal manera que nos permita apreciar los cambios que sufren las propiedades del concreto cuando se modifican las proporciones de los materiales utilizados.

Antes de describir el procedimiento de los ensayos que desarrollaremos, presentamos la metodología que se siguió para la toma de muestra del concreto fresco, y la elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio, establecidos por las NTP 334.036 y 339.033 respectivamente.

#### 11) Cantidad de material por metro cúbico.

Una vez que se logro hallar las condiciones necesarias del diseño de mezcla, se procederá a cuantificar la cantidad de material que se necesita por metro cúbico para un determinado diseño. En nuestro caso hemos obtenido diferentes valores para cada una de las relaciones agua /cemento y cada una de ellas con su cambio de módulo de finura global. Con esto tendremos un estimado de cuanto material necesitamos para lograr un metro cúbico de concreto.

Estos valores son hallados tanto en el diseño en seco como en el diseño en obra, en nuestro caso como las propiedades de todos los elementos utilizados se encuentran con valores normales y casi invariables, solo es necesario poner atención al diseño en seco, ya que el diseño en obra puede variar por el procedimiento constructivo que se siga y por el grado de control que en ella se esté tomando en cuenta.

#### **3.2.5.3. Descripción de Ensayos a desarrollar para la evaluación de la calidad del Concreto.**

Para poder cuantificar la calidad del concreto es necesario desarrollar ensayos tanto en su estado fresco como endurecido, de tal manera que nos permita apreciar los cambios que sufren las propiedades del concreto cuando se modifican las proporciones de los materiales utilizados.

Antes de describir el procedimiento de los ensayos que desarrollaremos, presentamos la metodología que se siguió para la toma de muestra del concreto fresco, y la elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio, establecidos por las NTP 334.036 y 339.033 respectivamente.

Las muestras pueden ser compuestas o acumulativas. El tiempo total transcurrido entre la primera muestra y la última deberá ser  $< 15$  min. En su mezclado debe asegurarse su uniformidad.

Los ensayos de asentamiento o contenido de aire, deben hacerse dentro de los cinco minutos siguientes a la determinación de las tomas individuales.

La elaboración de los testigos para resistencias deberán iniciarse dentro de los 20 min. , siguientes a la determinación de las tomas individuales.

b) Elaboración y curado en el laboratorio de muestras de concreto para ensayos de laboratorio.  
( NTP 339.033 ).

El objeto es establecer un procedimiento para la elaboración y curado de muestras de concreto en el laboratorio bajo estricto control de materiales y condiciones de ensayo, usando concreto compactado por apisonado o vibración como se describe en la presente norma.

Aparatos.

Moldes en general. Los moldes para las muestras y los sujetadores de dichos moldes deben ser de acero, hierro forjado o de otro material no absorbente y que no reaccione con el concreto utilizado en los ensayos. Deben estar conforme a las dimensiones y tolerancias especificadas en el método para la cual deben ensayarse.

Moldes cilíndricos reutilizables. Deben estar hechos de un metal de alta resistencia o de otro material rígido no absorbente. El plano transversal del cilindro debe ser perpendicular al eje del cilindro.

La tolerancia en la medida del diámetro exigido debe ser de  $\pm 2.0$  mm y en la altura la tolerancia será de  $\pm 6.0$  mm.

Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura, como es el que usaremos en nuestro caso deben estar de acuerdo con las especificaciones ASTM C – 470.

Varilla compactadora. Debe ser de acero estructural, cilíndrica, y el extremo compactador debe ser semiesférica con radio igual al radio de la varilla. según el diámetro y longitud, la varilla compactadora puede ser de dos tipos:

- Varilla compactadora larga. De diámetro igual a ( 5/8" ), y aproximadamente ( 24" ) de longitud.
- Varilla compactadora corta. De diámetro igual a ( 3/8" ), y aproximadamente ( 12" ) de longitud.

En este trabajo se utilizó la varilla compactadora larga.

Apisonador. Debe ser de caucho, que pese  $0.57 \pm 0.23$  kg. (  $1.25 \pm 0.5$  lb ).

Balanzas. Las balanzas para determinar el peso de las muestras deben tener una precisión de 0.30%.

#### Muestras:

Muestras cilíndricas. Puede ser de varios tamaños, siendo el mínimo de 50.0 mm ( 2" ) de diámetro por 100 mm ( 4" ). De longitud.

Las muestras cilíndricas para los ensayos, exceptuando el flujo plástico bajo carga ( creep ), deben ser moldeadas con el eje del cilindro vertical y dejándolo en esta posición durante el fraguado.

Tamaño de la muestra de acuerdo con el tamaño del agregado. El diámetro de una muestra cilíndrica o la mínima dimensión de una sección transversal rectangular debe ser por lo menos 3 veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso utilizado en la elaboración de la mezcla. Partículas superiores al tamaño máximo deben ser retiradas de la mezcla, durante el moldeo.

Los moldes de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura , como es el que usaremos en nuestro caso deben estar de acuerdo con las especificaciones ASTM C – 470.

Varilla compactadora. Debe ser de acero estructural, cilíndrica, y el extremo compactador debe ser semiesférica con radio igual al radio de la varilla. según el diámetro y longitud, la varilla compactadora puede ser de dos tipos:

- Varilla compactadora larga. De diámetro igual a ( 5/8" ), y aproximadamente ( 24" ) de longitud.
- Varilla compactadora corta. De diámetro igual a ( 3/8" ), y aproximadamente ( 12" ) de longitud.

En este trabajo se utilizo la varilla compactadora larga.

Apisonador. Debe ser de caucho, que pese  $0.57 \pm 0.23$  kg. (  $1.25 \pm 0.5$  lb ).

Balanzas. Las balanzas para determinar el peso de las muestras deben tener una precisión de 0.30%.

#### Muestras :

Muestras cilíndricas. Puede ser de varios tamaños, siendo el mínimo de 50.0 mm ( 2" ) de diámetro por 100 mm ( 4" ). De longitud.

Las muestras cilíndricas para los ensayos, exceptuando el flujo plástico bajo carga ( creep ), deben ser moldeadas con el eje del cilindro vertical y dejándolo en esta posición durante el fraguado.

Tamaño de la muestra de acuerdo con el tamaño del agregado. El diámetro de una muestra cilíndrica o la mínima dimensión de una sección transversal rectangular debe ser por lo menos 3 veces mayor que el tamaño máximo del agregado grueso utilizado en la elaboración de la mezcla . Partículas superiores al tamaño máximo deben ser retiradas de la mezcla, durante el moldeo.



Número de muestras. Para cada edad deben elaborarse tres o más muestras los espécimenes de ensayo que tienen en cuenta el análisis de una variable, deben ser elaborados a partir de tres bachadas separadas, mezcladas en días diferentes. En todas las bachadas debe elaborarse un número igual de espécimenes.

Generalmente, los ensayos se hacen a edades de 7 a 28 días para compresión , a edades de 14 y 28 días flexión.

#### Preparación de los materiales.

Temperatura. Los materiales deberán estar a una temperatura uniforme, preferiblemente entre 20 a 25 C ,antes de ser mezclados.

Cemento. El cemento debe almacenarse en recipientes impermeables ( preferiblemente metálicos ),y colocados en un lugar seco. Debe” ser mezclado “ previamente para conseguir su uniformidad durante el ensayo, ser pasado por el tamiz ( No. 20 ), para retirar cualquier grumo y ser mezclado de nuevo.

Agregados. Para evitar la segregación del agregado grueso, sepárese en fracciones de tamaño individual y recombinese luego, para cada bachada, con las proporciones necesarias para producir la gradación deseada. Cuando una fracción de tamaño esta presente en cantidad superior al 10 %, el cociente entre el tamaño del tamiz superior y el del inferior no debe exceder de 2.0. se aconseja aun más cercanos de tamaño.

Aunque el agregado fino se separe en fracciones de tamaño individual manténgase en condición húmeda, o devuélvase a su condición húmeda hasta que sea usado , para prevenir la segregación

Antes de incorporarse en el concreto, el agregado debe prepararse a una condición definida y uniforme de humedad. Determinése el peso del agregado que va a ser usado en la batchada por uno de los siguientes procedimientos :

1. Los agregados de baja absorción ( absorción inferior al 1.0 % ) pueden ser pesados en un ambiente seco, teniendo en cuenta la cantidad de agua que será absorbida por el cemento. Este procedimiento es particular útil para el agregado grueso , el cual debe ser reducido a fracciones de tamaños individuales , por peligro de segregación, este procedimiento puede ser usado en agregados finos únicamente cuando tal agregado se separa por tamaños individuales.
2. Las fracciones de tamaños individuales pueden ser pesadas separadamente , recombinadas en un recipiente tarado en las cantidades requeridas para la batchada y sumergidas por 24 horas antes de su uso. Después de la inmersión se deja decantar el exceso de agua el agua de exceso y se determina el peso del agregado combinado junto con el agua de mezcla. Debe tenerse en cuenta el agua absorbida por el agregado.
3. El agregado puede llevarse hasta y mantenerse en una condición saturada, con una humedad Superficial suficiente para evitar pérdidas por secado, al menos 24 horas antes de su uso. Cuando se utiliza este método, la humedad del agregado debe ser determinada para poder calcular las cantidades de agregado saturado que se van a utilizar. La humedad superficial debe considerarse como una parte del agua de mezcla. Este método descrito, es particularmente útil para agregados finos. Es menos usado para agregados gruesos, debido a la dificultad para encontrar con precisión la humedad, pero cuando es usado, cada fracción de tamaño individual debe manejarse separadamente para asegurar la obtención de una gradación apropiada.
4. Los agregados finos y gruesos pueden ser llevados hasta y mantenidos en una condición saturada, superficialmente seca, hasta que sean pesados para su uso. Este método se usa principalmente para preparar material para batchadas que no excedan de 0.007 m<sup>3</sup> ( ¼ pie<sup>3</sup>) en volumen. Debe tenerse mucho cuidado en evitar el secado durante su pesaje y uso.

Para el peso de los agregados en el la presente tesis se utilizó el procedimiento No.3 , puesto que las condiciones de temperatura y humedad relativa en el ambiente donde se almaceno los agregados y se desarrollo los ensayos , nos permitió utilizar este método. Esto por que los agregados estaban bajo techo y así la humedad se podía controlar diariamente.

#### Procedimiento :

Mezcla de concreto. La mezcla de concreto debe ser tal que deje un 10% de residuo después de haber moldeado la muestra de ensayo.

- Mezcla con máquina. Antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo de agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo cuando ésta se requiera. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas cuantas revoluciones se para, o no, para adicionar el agregado fino, el cemento y el agua.
- Seguidamente se debe mezclar el concreto durante tres minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante 3 minutos y se pone en funcionamiento durante dos minutos de agitación final.
- Se debe cubrir el extremo abierto de la mezcladora para evitar la evaporación durante la mezcla.
- Debe restituirse todo mortero que se pierda por adhesión a la mezcladora para conservar las proporciones.
- El concreto se debe recibir en un recipiente limpio y seco para agitarlo con un badilejo o pala hasta hacerlo uniforme y evitar la segregación.

#### Vaciado del concreto.

Lugar del moldeo. Se deben moldear las muestras lo más cerca posible del lugar donde se van a guardar para su fraguado en las siguientes 24 horas. Los moldes se llevarán al depósito inmediatamente después de su elaboración. Colóquense los moldes sobre una superficie rígida

y libre de vibraciones, evitando inclinaciones y movimientos bruscos. Transpórtense evitando sacudidas, golpes, inclinaciones o raspaduras de la superficie.

El concreto se debe colocar en los moldes utilizando un badilejo o herramienta similar. Se debe seleccionar el concreto de tal manera que la muestra sea representativa de la mezcla; además, se debe mezclar continuamente la mezcla del concreto durante el llenado del molde con objeto de prevenir la segregación.

En la colocación de la capa final se debe intentar colocar una capa de concreto que complete exactamente el relleno del molde. El número de capas para nuestro caso, que utilizamos muestras cilíndricas de 300 mm. Es de tres, y de 100 mm. Cada una, y el método de compactación será el de apisonado.

#### Compactación :

Los métodos de compactación son : apisonado ( por varillado ) y vibración ( externa e interna ). Si el concreto tiene un asentamiento mayor de 3" debe usarse el método de apisonado o el de vibración, prefiriéndose el método usado en la ejecución de obra. Si el asentamiento es inferior a 1" , debe usarse el método de vibración. No se debe usar vibración interna para cilindros con diámetro inferior a 100 mm.

Apisonado por varillado. Se coloca el concreto en el molde con el número de capas requeridas, que para nuestro caso son tres, aproximadamente del mismo volumen.

Se apisona cada capa con la parte redonda de la varilla, con 25 golpes cada capa , la capa inicial se apisona introduciendo la varilla hasta el fondo del molde. La distribución de golpes para cada capa debe ser uniforme sobre toda la sección transversal del molde.

Para cada capa superior a la inicial se debe atravesar aproximadamente en 12 mm. (  $\frac{1}{2}$ " ) la capa anterior. En caso de dejar algunos huecos por la varilla se deben golpear ligeramente los lados del molde para cerrar dichos huecos.

Después de la compactación, se debe efectuar el acabado con las manipulaciones mínimas, de tal manera que la superficie quede plana y pareja a nivel del borde del cilindro o lado del molde, y no debe tener depresiones o protuberancias mayores de 3.2 mm ( 1/8" ).

Acabados de cilindros. Después de la compactación, se debe efectuar el acabado de la superficie por medio de golpes con la varilla apisonadora cuando la consistencia del concreto lo permita o con un badilejo o llana de madera. Si se desea, puede colocarse una capa de pasta de cemento sobre el espécimen a manera de frenado ( capping ). De acuerdo a la NTP. ( 339.037 ).

#### Curado :

Cubrimiento después del acabado. Para evitar la evaporación de agua del concreto si endurecer, los testigos deben ser cubiertos inmediatamente después del acabado, preferiblemente con una platina no reactiva con el concreto, o con una lamina de plástico dura e impermeable. Se permite el uso de lona húmeda para el cubrimiento de la muestra, pero se evitará el contacto directo de la muestra con la lona, la cual debe permanecer húmeda durante las 24 horas contadas a partir del acabado de la muestra.

#### Extracción de la muestra :

Las muestras deben ser removidas de sus moldes en un tiempo no menor de 20 horas ni mayor de 48 horas después de su elaboración cuando no se emplean aditivos; en caso contrario se podrá emplear tiempos diferentes.

#### Ambiente de curado :

Se deben mantener las muestras en condiciones de humedad con temperatura de  $23.0 \pm 2.0$  C, desde el momento del moldeo hasta el momento de ensayo. El almacenamiento durante las primeras 48 horas de curado debe hacerse en un medio libre de vibraciones.

Las condiciones de humedad debe lograrse por inmersión de la muestra sin el molde en agua. Se permite lograr la condición de humedad por almacenamiento en cuarto húmedo. No se debe exponer los especímenes a condiciones de goteo o de corrientes de agua.

Deben evitarse que se sequen las paredes de la muestra luego del periodo de curado.

Nota : Como podemos apreciar la determinación del  $F'c$  , implica realizar los ensayos bajo condiciones controladas que están definidas en las normas que acabamos de mencionar. *Muchas veces existen tergiversaciones con respecto a estas condiciones controladas, por el desconocimiento de la base estadística de estos conceptos suponiéndose en ocasiones que el muestreo y la obtención de probetas con los métodos estandarizados, el curado a 100% de humedad y 21 °C de temperatura constantes que fijan las normas, y el ensayo a cierta velocidad de carga con la preparación previa de las superficies de los testigos, tienden a "favorecer" los resultados pues no reflejan la "realidad", de la obra, dándose ciertos casos en que se sigue el apartarse de estos procedimientos estandarizados en la idea de que son "mas representativos" del concreto in-situ.*

*Nada mas alejado de lo correcto, pues si no se obtienen, curan y ensayan los testigos como se ha indicado, no tendrían significado probabilístico, ya que al no responder a una metodología científica carecería de validez estadística y lo único que se lograría es causar confusión y distorsión en la evaluación de estos parámetros.<sup>(1)</sup>*

#### c) Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de Aire del Concreto ( NTP.339.046 )

El peso unitario se refiere al peso que tiene el concreto en un determinado volumen, puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido.

La presente norma establece un procedimiento para determinar el peso del concreto fresco por metro cúbico, el volumen de concreto producido con una mezcla de cantidades conocidas de los materiales componentes, el rendimiento, o sea el volumen de concreto por unidad de volumen de cemento, el factor real de cemento, y el contenido de aire del concreto gravimétricamente.

Aparatos:

- Balanza con sensibilidad de 50 gr.
- Barra compactadora , recta de acero, lisa de 16mm de diámetro, de aproximadamente 60cm. De longitud y punta semiesférica.
- Recipiente, cilíndrico de metal a prueba de agua, preferiblemente con asas, maquinado interiormente o preparado mediante el rolado de planchas. El recipiente deberá ser reforzado alrededor de la parte superior con un aro de acero de 38 mm de ancho.

Según el tamaño máximo nominal del agregado grueso , los recipientes requeridos tendrán capacidades de 14 dm<sup>3</sup>. (1/2 pie<sup>3</sup>) 28 dm<sup>3</sup> ( 1 pie<sup>3</sup> ) y estarán de acuerdo con lo indicado en la tabla No. 25

TABLA No. 25. REQUISITOS DIMENSIONALES PARA LAS MEDIDAS CILÍNDRICAS

Capacidad P3	Dm3	Tamaño máximo nominal del agregado grueso
½	14	Hasta 2" inclusive.
1	28	Mayor de 2".

Calibración del recipiente :

El recipiente se calibra determinando con precisión, el peso de agua a 21° C que se requiere para llenarlo (Nota). El factor para cualquier recipiente se obtiene dividiendo el peso unitario del agua a 21° C tomando como 1000 kg/m<sup>3</sup> entre el peso del agua a la misma temperatura de 21° C que se requiere para llenar el recipiente.

Se puede obtener un llenado preciso del recipiente mediante el uso de una lámina de vidrio.

Llenado y compactación del recipiente:

El recipiente se llena hasta un tercio de su capacidad y la masa del concreto se compacta con 25 golpes cuando se use un recipiente de ( ½ pie<sup>3</sup> ) y 50 golpes para un recipiente de ( 1 pie<sup>3</sup> )

), de la misma manera se llenan las dos capas restantes, cuidando que la última se llene con un ligero exceso.

Al compactar la primera capa la barra no debe golpear el fondo del recipiente. Al compactar la segunda y tercera capa se aplica la fuerza necesaria para hacer que la barra penetre ligeramente en la superficie de la capa anterior. Los golpes de la compactación se distribuyen uniformemente sobre la sección.

#### Alisado, limpiado y pesado:

La superficie superior se alisa y termina con una placa de cubierta plana, teniendo mucho cuidado de dejar el recipiente lleno justo hasta su nivel superior. El material adherido en las paredes externas se limpia y luego el recipiente lleno se pesa con aproximación de 50 gr.

#### Resultados:

*Peso por metro cúbico:* Se calcula el peso neto del concreto restando del peso bruto, el peso del recipiente, se calcula el peso por metro cúbico, multiplicando el peso neto por el factor del recipiente usado.

*Volumen :* Se calcula el volumen del concreto fresco producido en cada mezcla de la siguiente manera :

$$V_H = ((N \times P_C) + P_{AF} + P_{AG} + P_A) / (P_U) \dots \dots \dots 6a$$

Donde :

$V_H$  = Volumen de concreto fresco producido por mezcla en metros cúbicos.

$N$  = Número de bolsas de cemento por mezcla.

$P_C$  = Peso neto de una bolsa de cemento, en kilogramos.

$P_{AF}$  = Peso total del agregado fino de la mezcla en la condición en que se usa, en kilogramo.

$P_{AG}$  = Peso total del agua de mezclado añadido a la mezcla, en kilogramo.



$P_U$  = Peso unitario del concreto fresco en kilogramos por metro cúbico.

### Rendimiento:

Se calcula como sigue:

$$Y = V_H / N \dots\dots\dots 6b$$

Donde:

$Y$  = Rendimiento del concreto fresco por bolsa de cemento, en metros cúbicos..

### Rendimiento relativo:

El rendimiento relativo es la relación entre el volumen real de concreto obtenido y el volumen de diseño de mezcla.

Se calcula como sigue:

$$Y_r = V_H / V_D \dots\dots\dots 6c$$

Donde:

$Y_r$  = Rendimiento relativo.

$V_D$  = Volumen de diseño de mezcla de concreto en metros cúbicos.

### Factor de cemento:

Se calcula como sigue:

$$N_M = 1 / Y \quad \text{ó} \quad N_M = N / V_H \dots\dots\dots 6d$$

Donde:

$N_M$  = Número de bolsas de cemento por metro cúbico de concreto.

Contenido de Aire:

Se calcula como sigue :

$$A = ((P_{UN} - P_U) / (P_{UN})) \times 1000 \dots\dots\dots 6e$$

$$A = ((V_H - V_T) / (V_H)) \times 1000 \dots\dots\dots 6e$$

Donde :

$A$  = Contenido total de aire ( porcentaje de vacios ) en el concreto fresco.

$P_{UN}$  = Peso unitario nominal del concreto fresco en kg/cm<sup>3</sup> calculado como si tuviera aire.

$V_T$  = Suma de los volúmenes absolutos de cada componente de la mezcla en m<sup>3</sup>.

El peso unitario nominal por m<sup>3</sup> , es una determinación de laboratorio, cuyo valor se supone que permanece constante para todas las mezclas que se hacen, usando componentes y proporciones idénticas. Se calcula de la fórmula.

$$P_{UN} = (W_I) / (V_T) \dots\dots\dots 6f$$

Donde :

$W_I$  = Peso total de los ingredientes componentes de la mezcla.

El volumen absoluto de cada ingrediente es igual al peso de dicho ingrediente dividido entre el producto de su peso específico multiplicado por la densidad del agua. Para el cemento se puede usar el valor de 3.15 salvo que se determine el peso específico real por medio del método de ensayo para determinar el peso específico del cemento hidráulico de acuerdo ala Norma ITINTEC correspondiente.

a) Consistencia. ( NTP 339.035 ).

Esta norma establece la determinación del asentamiento del concreto fresco tanto en el laboratorio como en el campo. Este método se aplica para concretos plásticos con agregados hasta 1 1/2" pulgadas ( 37.5mm ), si el agregado es mayor, el método es aplicable cuando el ensayo se realiza con la fracción de concreto que pasa la malla de 1 1/2" pulgadas, removiendo los agregados mayores de acuerdo con la sección titulada.

Este método de ensayo no se considera aplicables a concretos no plásticos y no cohesivos.

Aparatos :

- Molde, el molde está constituido de un metal no atacable por la pasta de cemento, con un espesor mínimo de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono abierto a sus extremos. Las dos bases son paralelas entre si: de 20 cm de diámetro en la base inferior y 10 cm de diámetro en la base superior formando ángulo recto con el eje del cono. La altura del cono es de 30 cm y será provisto de agarraderas de aleta de pie. Según se presenta en la figura ( 1 ).
- Barra compactadora, Una barra de acero lisa de 16 mm ( 5/8") de diámetro, de aproximadamente 60 cm y terminado en punta semiesférica.

La forma más usada y práctica de evaluar la consistencia se realiza de la siguiente manera:

Procedimiento:

Mediante el cono de Abrams, el cual consiste en llenar un recipiente troncocónico en tres capas de igual volumen, cada capa será chuseada con 25 golpes en forma concéntrica de afuera hacia adentro, mediante la varilla lisa. En la capa inferior es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La capa inferior se compacta en todo su espesor. Las

capas siguientes se compactan de igual modo procurando que la barra penetre ligeramente en la inmediata inferior.

El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si después de compactar hubiere una deficiencia de material, se añadirá la cantidad necesaria para mantener un exceso por encima del molde. Luego se procederá a enrasar utilizando una plancha de albañilería o la barra compactadora.

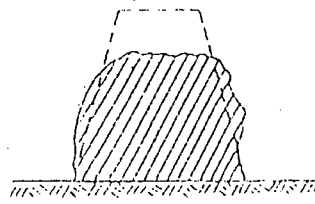
Una vez terminada la operación anterior, se levanta el molde cuidadosamente en dirección vertical. Inmediatamente después se mide el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la cara superior del cono deformado. Esta operación se hará aproximadamente en 5 s a 10 s evitándose los movimientos laterales o torsionales. La operación completa desde el principio de llenado hasta la remoción del molde se hará sin interrupción, y en un tiempo no mayor de 2.5 min.

En caso de que se presente una falla por corte, como muestra la figura ( 2 ), donde se aprecia una separación de una parte de la masa, este ensayo será desechado y debe realizarse uno nuevo con otra parte de la muestra. Si esto ocurre dos veces consecutivas en una mezcla de concreto presumiblemente está carece de la plasticidad y cohesión necesaria para la validez de este ensayo.

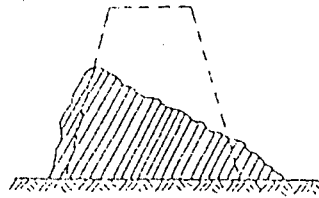
#### Expresión de resultados.

La consistencia del concreto se establece por el asentamiento el que está determinado el que está determinado por la diferencia, entre la altura del molde y la altura del cono deformado, medida en el eje y expresada en centímetros o en pulgadas.

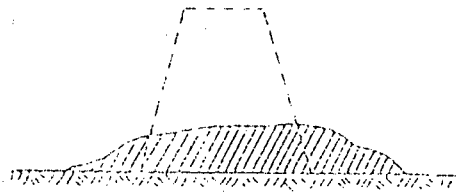
Luego levantaremos el cono y procederemos a medir el asentamiento que a experimentado el concreto con respecto a la altura del cono.



ASENTAMIENTO VERDADERO



ASENTAMIENTO DE CORTE



ASENTAMIENTO DE DERRUMBAMIENTO

FIGURA 2 - Croquis referenciales

I Para facilidad, la primera capa se obica a una altura de 67 mm y la segunda a 155 mm

GRAFICO 15 - TIPOS DE ASENTAMIENTO

### 3.2.6. Fuentes Técnicas e Instrumentos de Selección de Datos

Las Normas a utilizar para el desarrollo de los ensayos serán:

- Análisis por tamices para la determinación de la granulometría de los agregados fino y grueso, de acuerdo a ASTM C 136 o NTP 400.012.
- Material Mas fino que la malla No. 200 en el agregado determinado por lavado, de acuerdo a ASTM C 117.
- Impurezas Orgánicas en el agregado fino, de acuerdo a ASTM C 40 o NTP 400.013.
- Peso Unitario y Vacíos en el Agregado, de acuerdo a ASTM C 29 o C 29M; NTP 400.017.
- Peso Específico y Absorción en el agregado grueso de acuerdo a ASTM C 127 o NTP 400.021.
- Peso Específico y Absorción del Agregado fino de acuerdo a ASTM C 128 O NTP 400.0022.
- Terminología relacionada con los Agregados, de acuerdo a ASTM C 125.
- Especificación para tamices a ser empleados en ensayos, de acuerdo a ASTM D 2419.
- Requisitos de los Agregados NTP 400.037 – 1988.
- Toma de muestras de agregado NTP 400.010 – 1988.
- Agua para concreto – Requisitos NTP 339.088 – 1982.
- Toma de muestras concreto fresco NTP 339.036 – 99.
- Método de Ensayo para mediciones del asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams.
- Muestras de concreto a ser utilizadas en la preparación de probetas cilíndricas para el ensayo a compresión ITINTEC 339.036 – ITINTEC 339.033.
- Método de ensayo para la elaboración, curado y rotura de probetas cilíndricas de concreto, ASTM C 192 - ITINTEC 339.034.

El equipo a utilizar en los ensayos será:

- Juego de Tamices
- Tamizador Eléctrico
- Maquina mezcladora de concreto 4.5 pie<sup>3</sup>
- Molde de Compactación y Varilla
- Cono de Abrams.
- Prensa Eléctrica.
- Balanzas
- Estufa
- Equipo para el capeo de probetas.
- Probetas y Fiolas.

### 3.2.7. Procesamiento y presentación de datos

El propósito de un estudio experimental es llegar a una conclusión a partir de información contenida en los datos, es en esta etapa que se requiere o se hace el uso de la estadística como una herramienta imprescindible, puesto que el procedimiento por su naturaleza introduce cierta variabilidad en los resultados, y las técnicas estadísticas se emplean para describir y comprender esta variabilidad.

Principalmente las variables que evaluaremos en la presente tesis serán en el estado fresco , la consistencia del concreto por medio del asentamiento , y en el estado endurecido su resistencia a compresión uniaxial, estas variables para cada uno de los módulo de finura establecidos con su respectiva relación agua/cemento.

Para la determinación del número de probetas a ensayar, nos basamos en la NTP 339.033, la cual establece que el número de muestras para cada edad deben ser tres o mas muestras, de acuerdo a esto elaboramos 3 probetas para 7 y 14 días, y 6 probetas para ensayarse a los 28 días, esto a efectos de poder apreciar también como evoluciona la resistencia del concreto en el tiempo.

Para determinar la tendencia central o localización del conjunto de valores de resistencia a compresión para cada una de las edades, se utilizó el modelo estadístico de la media aritmética, o media muestral, debido a que el procedimiento de elaboración y curado de las probetas se hizo en laboratorio bajo condiciones controladas, en cuanto a humedad del

Para determinar la tendencia central o localización del conjunto de valores de resistencia a compresión para cada una de las edades, se utilizó el modelo estadístico de la media aritmética, o media muestral, debido a que el procedimiento de elaboración y curado de las probetas se hizo en laboratorio bajo condiciones controladas, en cuanto a humedad del agregado, temperatura constante bajo techo, dosificación en peso, sin problemas de segregación por transporte y el curado de acuerdo a la norma respectiva, implicando con ello mínima variabilidad en los resultados y por consiguiente no siendo necesario un análisis de dispersión. Lo que si es necesario en el control de calidad de concreto en obra.

Media Aritmética.

$$\sigma = \sum_{i=1}^n = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

Donde :

$\sigma$  = Promedio aritmético

$n$  = Tamaño de la muestra

$X_1, X_2, X_3$  = Observaciones de la muestra



## CAPITULO IV

### IV. RESULTADOS.

#### 4.1. CONSIDERACIONES GENERALES.

Tanto para la cantera del Huallaga ( Sector Shapaja ) y Cumbaza ( Sector Santa Rosa ) ,La representatividad de la muestra se baso en la explotación de cantera por medio de la excavación de tres calicatas para cada cantera a cielo abierto . Se procedió primero a determinar el tipo de muestra , si se trataba de una “muestra representativa simple” o una “muestra representativa compuesta “.

El tipo de muestra se definió como “ **muestra representativa compuesta** “, puesto que no se observó diferencias sustantivas entre calicatas del material, en cuanto a su textura , tamaño , color, etc. Y se procedió a promediar debidamente de manera que representen la condición media del agregado. Basándonos en lo anterior para la determinación del Peso Específico y Absorción del agregado fino y grueso se procedió a promediar los resultados de cada calicata.

Para el análisis granulométrico de la cantera del río Huallaga se consideró cuatro muestras , las tres primeras de las tres calicatas y una cuarta extraída por medio de un cargador frontal en la misma área de estudio , luego de apreciar la uniformidad de las muestras se procedió a tomar el promedio de las cuatro muestras del retenido de cada malla.

No se considera el estudio granulométrico del agregado grueso de la cantera del río Cumbaza, puesto que está demostrado ( Ver Anexo 1 ) que esta piedra tiene una Abrasión mayor a 50% ( muy absorbente ) , lo cual hace a este material inapropiado para su uso en concreto de acuerdo a la NTP. ( 400.037 ). Por otra parte como veremos mas adelante ( Ver. Cuadro 5 ) la cantera del río Cumbaza sector (Santa Rosa) se caracteriza , por presentar mayor proporción de arena en el orden de aproximadamente 80% , con relación a la proporción de piedra.

## 4.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE AGREGADOS.

### 4.2.1. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS.

#### ▪ CANTERA HUALLAGA

<b>Cuadro No.01 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS</b>						
Obra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL			Certificado :		
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN			Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA	
Cantera :	HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA			Fecha :	TARAPOTO 23 / 03 /02	
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>						
ASTM C 127 - NTP 400.021						
ESTRUCTURA :						
UBICACION :						
MUESTRA :	CALICATA 1-2-3					
RECIPIENTE No.	1	2	3	PROM.	K	VALOR
Peso seco de la muestra ( gr )	4971.00	4977.50	4974.00			
Peso sss de la muestra al aire ( gr )	5000.00	5000.00	5000.00			
Peso sss de la muestra al agua ( gr )	3071.00	3068.00	3066.00			
Peso específico Aparente	2.62	2.61	2.61	2.61	1.00	2.61
Peso específico SSS	2.59	2.59	2.59	2.59	1.00	2.59
Peso específico de masa	2.58	2.58	2.57	2.58	1.00	2.58
Absorción ( % )	0.58	0.45	0.52	0.52	1.00	0.52
Observaciones :						
Valor de K , coeficiente para corrección por temperatura de ensayo.						
A = PESO SECO DE LA MUESTRA				PESO ESPECIFICO APARENTE = $A / ( B - C )$		
B = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AIRE				PESO ESPECIFICO SSS = $B / ( B - C )$		
C = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AGUA				PESO ESPECIFICO DE MASA = $A / ( A - C )$		
				% ABSORCION = $100 \times ( B - A ) / A$		

CUADRO 01. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DEL  
HUALLAGA

▪ CANTERA CUMBAZA

Cuadro No. 02 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS						
Obra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL			Certificado :		
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN			Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA	
Cantera :	CUMBAZA - SECTOR SANTA ROSA			Fecha :	TARAPOTO 25 / 03 / 02	
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>						
ASTM C 127 - NTP 400.021						
ESTRUCTURA :						
UBICACION :						
MUESTRA :						
CALICATA 1 - 2 - 3						
RECIPIENTE No.	1	2	3	PROM.	K	VALOR
Peso seco de la muestra ( gr )	4891.50	4892.50	4918.50			
Peso sss de la muestra al aire ( gr )	5000.00	5000.00	5000.00			
Peso sss de la muestra al agua ( gr )	2965.50	2962.50	2966.50			
Peso específico Aparente	2.54	2.53	2.52	2.53	1.00	2.53
Peso específico SSS	2.46	2.45	2.46	2.46	1.00	2.46
Peso específico de masa	2.40	2.40	2.42	2.41	1.00	2.41
Absorción ( % )	2.22	2.20	1.66	2.02	1.00	2.02
Observaciones :						
Valor de K , coeficiente para corrección por temperatura de ensayo.						
A = PESO SECO DE LA MUESTRA			PESO ESPECIFICO APARENTE = $A / (B - C)$			
B = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AIRE			PESO ESPECIFICO SSS = $B / (B - C)$			
C = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AGUA			PESO ESPECIFICO DE MASA = $A / (A - C)$			
			% ABSORCION = $100 \times (B - A) / A$			

CUADRO 02. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA DEL  
CUMBAZA

• CANTERA HUALLAGA

Cuadro No. 03 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS						
Obra : TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL			Certificado :			
Lugar : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN			Hecho por : JOSE L. GONZALES GARCIA			
Cantera : HUALLAGA - SECTOR SIAPAJA			Fecha : TARAPOTO 23 / 03 /02			
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO ASTM C 128 - NTP 400.022						
ESTRUCTURA :						
UBICACIÓN :						
MUESTRA :						
CALICATA 1 - 2 - 3						
FIOLA No.:	1	2	3	PROM.	K	VALOR
Temperatura de Ensayo C.	28.00	28.00	28.00			
Peso de la muestra seca ( gr )	494.20	495.50	494.50			
Peso de la muestra SSS ( gr )	500.00	500.00	500.00			
Peso Fiola + agua + muestra ( gr )	958.30	1029.20	1021.10			
Peso Fiola + agua ( gr )	649.30	718.30	711.20			
Peso específico Aparente	2.67	2.68	2.68	2.68	0.999	2.67
Peso específico SSS	2.62	2.64	2.63	2.63	0.999	2.63
Peso específico de masa	2.59	2.62	2.60	2.60	0.999	2.60
Absorción ( % )	1.17	0.91	1.11	1.06		1.06
Observaciones :						
Peso específico del agua a 28 C = 0.99626 , K = 0.99626 / .99756 = .998696						
Peso específico del agua a 23 C = .99756						
A = PESO DE LA MUESTRA SECA			PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = $[(500-A)/A] \times 100$			
B = PESO DE LA FIOLA CON AGUA A TEMP. CONSTANTE			PESO ESPECIFICO APARENTE = $A / (B+A-C)$			
C = PESO DE LA FIOLA, AGUA Y MUESTRA A TEMP. CONSTANTE			PESO ESPECIFICO SSS = $500 / (B+500-C)$			
			PESO ESPECIFICO DE MASA = $A/(B+500-C)$			

CUADRO 03. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO DE LA CANTERA DEL  
Huallaga

• CUMBAZA

<b>Cuadro No. 04 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS</b>						
Obra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL			Certificado :		
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN			Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA	
Cantera :	CUMBAZA - SECTOR SANTA ROSA			Fecha :	TARAPOTO 25 / 03 / 02	
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO</b> ASTM C 128 - NTP 400.022						
ESTRUCTURA :						
UBICACIÓN :						
MUESTRA :						
CALICATA 1-2-3						
FIOLA No.	1	2	3	PROM.	K	VALOR
Temperatura de Ensayo C.	31.00	31.00	31.00			
Peso de la muestra seca ( gr )	497.50	497.40	497.00			
Peso de la muestra SSS ( gr )	500.00	500.00	500.00			
Peso Fiola + agua + muestra ( gr )	955.12	1023.56	1017.21			
Peso Fiola + agua ( gr )	648.80	717.50	709.50			
Peso específico Aparente	2.60	2.60	2.63	2.61	0.9973	2.60
Peso específico SSS	2.58	2.58	2.60	2.59	0.9973	2.58
Peso específico de masa	2.57	2.56	2.58	2.57	0.9973	2.57
Absorción ( % )	0.50	0.52	0.60	0.54		0.54
<b>Observaciones :</b>						
Peso específico del agua a 28 C = 0.99626 , K = 0.99626 / 0.99756 = .998696						
Peso específico del agua a 23 C = .99756						
A = PESO DE LA MUESTRA SECA			PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = $[(500-A)/A] \times 100$			
B = PESO DE LA FIOLA CON AGUA A TEMP. CONSTANTE			PESO ESPECÍFICO APARENTE = $A / (B-A-C)$			
C = PESO DE LA FIOLA, AGUA Y MUESTRA A TEMP. CONSTANTE			PESO ESPECÍFICO SSS = $500 / (B+500-C)$			
			PESO ESPECÍFICO DE MASA = $A / (B+500-C)$			

CUADRO 04. PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO DE LA CANTERA DEL  
CUMBAZA

#### 4.2.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO.

- CANTERA DEL RIO CUMBAZA

Cuadro No. 05

## ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

Obra:	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado:	
Lugar:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	Hecho por:	JOSE L. GONZALES GARCIA
Cantera:	CUMBAZA - SECTOR SANTA ROSA - AGREGADO FINO	Fecha:	TARAPOTO 22 / 03 / 02

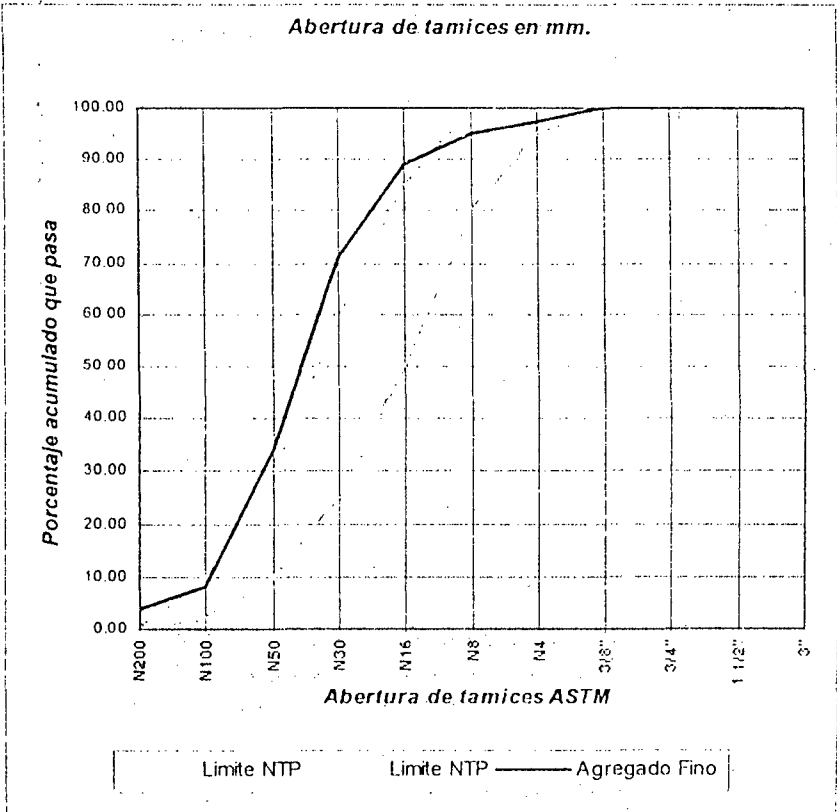
TAMIZ	ABERT.	PORCENTAJE							CARACTERISTICAS FISICAS	
ASTM	mm	Retenido(a)	Retenido(b)	Retenido ©	Retenido (d)	Promedio Ret.	Acumulado	Que Pasa		
3"	76.2					0.00	0.00	100.00	MODULO DE FINURA	2.053
2 1/2"	63.5					0.00	0.00	100.00	TAMANO MAXIMO	
2"	50.8					0.00	0.00	100.00	PESO ESPECIFICO	2.66
1 1/2"	38.1					0.00	0.00	100.00	IMPUREZAS ORGANICAS	
1"	25.4					0.00	0.00	100.00	% HUMEDAD	
3/4"	19.05					0.00	0.00	100.00	% ABSORCION	0.54
1/2"	12.7					0.00	0.00	100.00	MATERIAL < # 200	3.93
3/8"	9.525					0.00	0.00	100.00	% DE ARCILLA Y PART. DEZM.	
No. 4	4.76	2.44	2.83	2.00	2.81	2.52	2.52	97.48	PESO UNITARIO SUELTO	
No. 8	2.36	2.29	2.39	2.20	2.73	2.40	4.92	95.08	PESO UNITARIO COMPACTADO	
No. 16	1.18	5.54	6.25	5.90	6.39	6.02	10.94	89.06	Calicata No. 1 - 2 - 3	
No. 30	0.59	17.44	18.86	18.12	18.20	18.16	29.10	70.90	<b>Observaciones:</b> Peso muestra (a) = 515.52 gr. Peso muestra (b) = 501.33 gr. Peso muestra (c) = 510.94 gr. Peso muestra (d) = 506.71 gr.	
No. 50	0.295	36.90	36.83	37.47	36.35	36.89	65.99	34.02		
No. 100	0.1475	27.27	25.16	26.07	25.00	25.88	91.86	8.14		
No. 200	0.0737	4.32	4.05	4.29	4.17	4.21	96.07	3.93		
< # 200		3.80	3.63	3.95	4.35	3.93	100.00			
Total		100.00	100.00	100.00	100.00					

## % DE AGREGADO FINO EN EL HORMIGON DE CANT. CUMBAZA

	MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 3/8"						Promedio	OBSERVACIONES
Muestra Hormigon	01 - Total muestra = 12789 g.		02 - Total muestra = 10500 g.		03 - Total muestra = 8340 g.		en % > 3 / 8 "	
	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso		
Muestra Representativa	2144.5	82.45	8578.5	81.7	6680.4	80.1	81.4	

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO			
Cantera - Río Cumbaza ( Sector Santa Rosa )			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA			
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Agregado Fino
N200	0.00	0.00	3.93
N100	10.00	2.00	8.14
N50	30.00	10.00	34.02
N30	60.00	25.00	70.90
N16	85.00	50.00	89.06
N8	100.00	80.00	95.08
N4	100.00	95.00	97.48
3/8"	100.00	100.00	100.00
3/4"	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	100.00	100.00	100.00
3"	100.00	100.00	100.00

Gráfica 16 : Evaluación granulométrica del agregado fino.





- Cálculo de Módulo de finura de la arena del Río Cumbaza.

TAMICES	% RET. ACUMULADO
N4	2.52
N8	4.92
N16	10.94
N30	29.10
N50	65.99
N100	91.86
MF.Arena	2.0533

El valor del MF demuestra que tratamos con una arena muy fina, que está por debajo del mínimo recomendado que es 2.4, por esto se nota que la curva se escapa de los límites permitidos puesto que presenta mayor porcentaje de finos entre los tamices de No. 50 al No.16, aunque la distribución de partículas es casi uniforme puesto que en ninguna malla se retiene mas del 45 %.

Cuadro No. 06

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

Obra: TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL

Certificado :

Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Hecho por: JOSE L. GONZALES GARCÍA

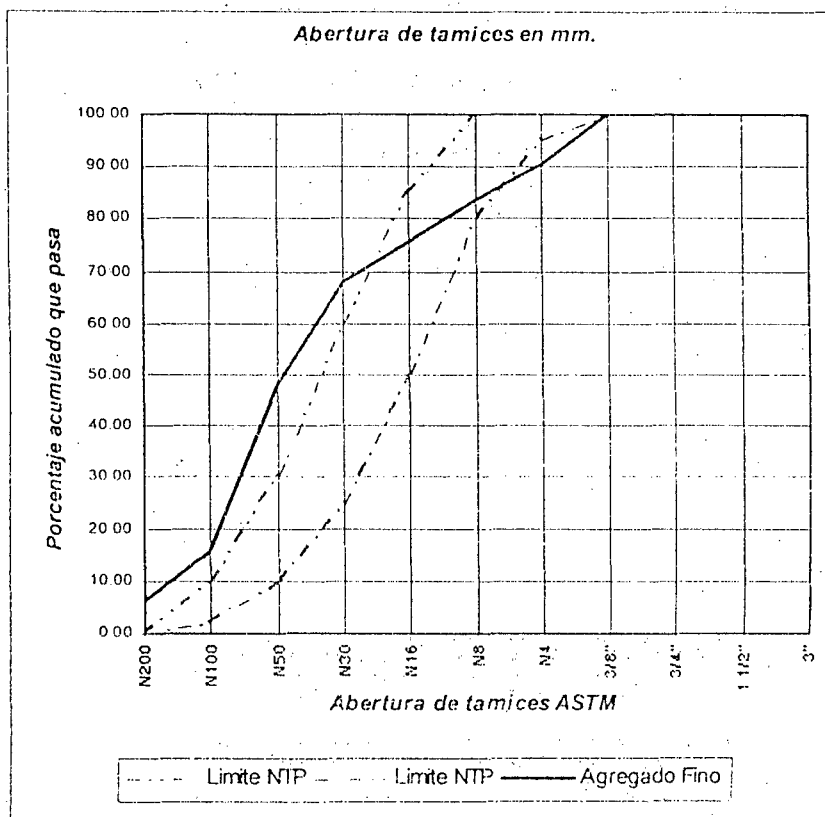
Cantera: HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA - AGREGADO FINO

Fecha : TARAPOTO 22 / 03 / 02

TAMIZ	ABERT.	PORCENTAJE							CARACTERISTICAS FISICAS	
ASTM	mm	Retenido(a)	Retenido(b)	Retenido ©	Retenido (d)	Promedio Ret.	Acumulado	Que Pasa		
3"	76.2					0	0	100	MODULO DE FINURA	2.19
2 1/2"	63.5					0	0	100	TAMANO MAXIMO	
2"	50.8					0	0	100	PESO ESPECIFICO	2.63
1 1/2"	38.1					0	0	100	IMPUREZAS ORGANICAS	
1"	25.4					0	0	100	% HUMEDAD	
3/4"	19.05					0	0	100	% ABSORCIÓN	1.06
1/2"	12.7					0	0	100	MATERIAL < # 200	6.3
3/8"	9.525					0	0	100	% DE ARCILLA Y PART. DEZM.	
No. 4	4.76	9.95	11.93	8.68	8.23	9.6975	9.6975	90.3025	PESO UNITARIO SUELTO	
No. 8	2.36	6.5	7.81	6.10	6.12	6.6325	16.33	83.67	PESO UNITARIO COMPACTADO	
No. 16	1.18	8.34	8.57	8.00	7.91	8.205	24.535	75.465	Calicata No. 1 - 2	
No. 30	0.59	7.53	7.28	7.03	7.55	7.3475	31.8825	68.1175	Observaciones:	
No. 50	0.295	20.2	18.72	22.6	19.23	20.1875	52.07	47.93	Peso muestra (a) = 527.59 gr.	
No. 100	0.1475	31.77	31.33	32.4	33.56	32.265	84.335	15.665	Peso muestra (b) = 516.50gr.	
No. 200	0.0737	8.97	8.49	9.29	10.87	9.405	93.74	6.26	Peso muestra (a) = 510.51 gr.	
< # 200		6.74	5.87	5.9	6.53	6.26	100		Peso muestra (b) = 509.33gr.	
Total		100	100	100	100					

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO			
Cantera - Río Huallaga ( Sector Shapaja )			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA			
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Agregado Fino
N200	0.00	0.00	6.26
N100	10.00	2.00	15.66
N50	30.00	10.00	47.93
N30	60.00	25.00	68.11
N16	85.00	50.00	75.46
N8	100.00	80.00	83.67
N4	100.00	95.00	90.30
3/8"	100.00	100.00	100.00
3/4"	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	100.00	100.00	100.00
3"	100.00	100.00	100.00

Gráfica 17 : Evaluación granulométrica del agregado fino.



- Cálculo de Módulo de finura de la arena del Río Huallaga.

TAMICES	% RET. ACUMULADO
N4	9.69
N8	16.33
N16	24.535
N30	31.8825
N50	52.07
N100	84.335
MF.Arena	2.19

El valor del MF demuestra que tratamos con una arena muy fina, que está por debajo del mínimo recomendado que es 2.4, la distribución de partículas demuestra que se trata de un agregado fino mal graduado .

Cuadro No. 07

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

Obra:	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado :	
Lugar:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	Hecho por:	JOSE L. GONZALES GARCÍA
Cantera:	HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA - AGREGADO GRUESO	Fecha :	TARAPOTO 03/04/02

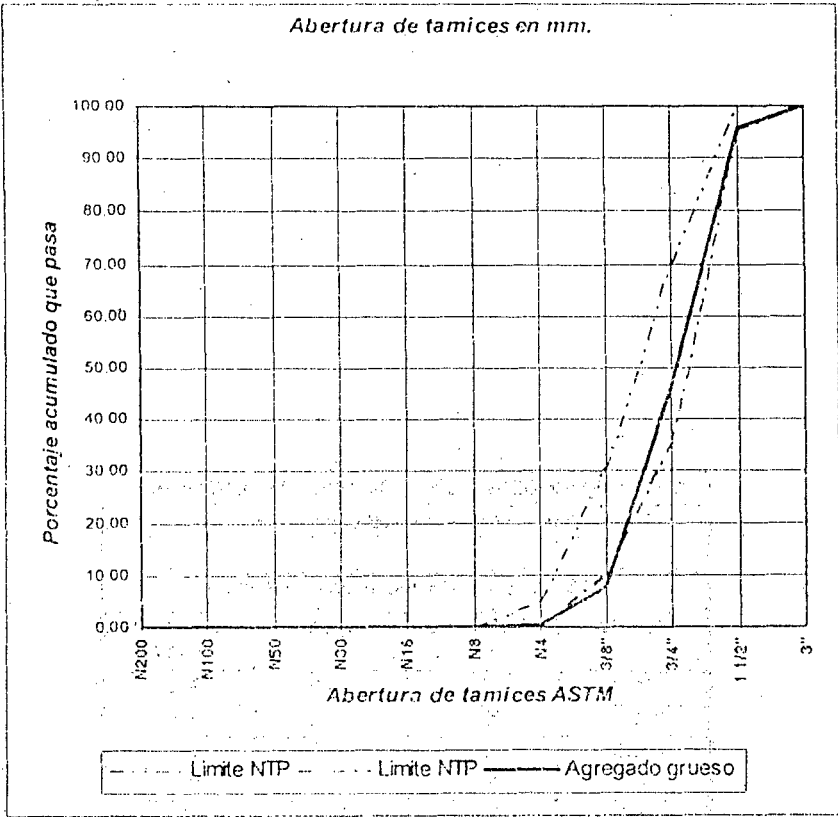
TAMIZ	ABERT.	PORCENTAJE							CARACTERISTICAS FISICAS	
ASTM	mm	Retenido(a)	Retenido(b)	Retenido ©	Retenido (d)	Prom. Ret.	Acumulado	Que Pasa		
3"	76.2					0	0	100	MODULO DE FINURA	7.4995
2 1/2"	63.5					0	0	100	TAMANO MAXIMO NOMINAL	1 1/2"
2"	50.8					0	0	100	PESO ESPECIFICO	2.57
1 1/2"	38.1	2.13	6	5.3	3.44	4.2175	4.2175	95.7825	IMPUREZAS ORGANICAS	
1"	25.4	31.13	22.89	23.96	28.2	25.545	30.7625	59.2375	% HUMEDAD	
3/4"	19.05	20.35	24.1	24.53	22.47	22.8625	53.625	46.375	% ABSORCIÓN	0.57
1/2"	12.7	28.7	28.3	27.98	28.34	28.33	81.955	18.045	MATERIAL < # 200	
3/8"	9.525	10.14	10.95	10.45	10.05	10.3975	92.3525	7.6475	% DE ARCILLA Y PART. DEZM.	
No. 4	4.76	7.3	7.55	7.46	7.28	7.3975	99.75	0.25	PESO UNITARIO SUELTO	
No. 8	2.36	0.25	0.21	0.32	0.22	0.25	100	0	PESO UNITARIO COMPACTADO	
No. 16	1.18	0	0	0	0	0	100	0	Calicata No. 1 - 2 - 3	
No. 30	0.59	0	0	0	0	0	100	0	Observaciones:	
No. 50	0.295	0	0	0	0	0	100	0	Peso muestra (a) = 12170 gr.	
No. 100	0.1475	0	0	0	0	0	100	0	Peso muestra (b) = 20363gr.	
No. 200	0.0737	0	0	0	0	0	100	0	Peso muestra (c) = 15320gr.	
< # 200		0	0	0	0	0	100		Peso muestra (d) = 18543gr.	
<b>Total</b>		100	100	100	100					

## % DE AGREGADO GRUESO EN EL HORMIGON DE CANT. HUALLAGA

	MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ No 4						Promedio	OBSERVACIONES
Muestra Hormigon	01 - Total muestra = 19366 g.		02 - Total muestra = 32480 g.		03 - Total muestra = 24453 g.		en % > No. 4	
	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso		
Muestra Representativa	12191	62.95	20394	62.78	15355	62.79	62.84	

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO			
Cantera - Huallaga ( Sector Shapaja )			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA			
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Agregado grueso
N200	0.00	0.00	0.00
N100	0.00	0.00	0.00
N50	0.00	0.00	0.00
N30	0.00	0.00	0.00
N16	0.00	0.00	0.00
N8	0.00	0.00	0.00
N4	5.00	0.00	0.25
3/8"	30.00	10.00	7.64
3/4"	70.00	35.00	46.37
1 1/2"	100.00	95.00	95.78
3"	100.00	100.00	100.00

Gráfica18 : Evaluación granulométrica del agregado Grueso.



- Cálculo de Módulo de finura de la Piedra del Río Huallaga.

TAMICES	% RET. ACUMULADO
1 1/2"	4.217
3/4"	53.625
3/8"	92.35
N4	99.75
N8	100
N16	100
N30	100
N50	100
N100	1000
MF.Piedra	7.499

El valor del MF demuestra que tratamos con una arena aceptable y la distribución granulométrica se encuentra dentro de los límites aceptables.

#### 4.2.3. Peso Unitario del Agregado.

- **Peso Unitario Suelto.** ( Agregado Grueso - Cantera Huallaga ).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $\frac{1}{2}$ pic3 ) ( gr )	9970	9970	9970	
Volumen del molde ( $\frac{1}{2}$ pic3 ) ( cm3 )	14158.423	14158.423	14158.423	
Peso molde mas muestra. ( gr )				
Peso de la grava ( gr )	23518	23780	23654	
Peso volumétrico suelto ( gr / cm3 )	1.661	1.679	1.670	1.67
Peso volumétrico suelto ( Kg / m3 )				1670

CUADRO No. 08 PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO – CANTERA HUALLAGA

- **Peso Unitario Compactado.** ( Agregado Grueso - Cantera Huallaga ).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $\frac{1}{2}$ pic3 ) ( gr )	9970	9970	9970	
Volumen del molde ( $\frac{1}{2}$ pic3 ) ( cm3 )	14158.423	14158.423	14158.423	
Peso molde mas muestra. ( gr )				
Peso de la grava ( gr )	24714	24654	24574	
Peso volumétrico compact. ( gr / cm3 )	1.745	1.741	1.735	1.74
Peso volumétrico compact. ( Kg / m3 )				1740

CUADRO No. 09 PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO – CANTERA HUALLAGA



▪ **Peso Unitario Suelto.** ( Agregado Fino - Cantera Cumbaza).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( gr )	1186	1186	1186	
Volumen del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( $\text{cm}^3$ )	2800	2800	2800	
Peso molde mas muestra ( gr )				
Peso de la arena ( gr )	4178	4196	4181	
Peso volumétrico suelto. ( gr / $\text{cm}^3$ )	1.492	1.498	1.493	1.494
Peso volumétrico suelto. ( Kg / $\text{m}^3$ )				1494

CUADRO No. 10 PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO – CANTERA CUMBAZA

▪ **Peso Unitario Compactado.** ( Agregado Grueso - Cantera Cumbaza).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( gr )	1186	1186	1186	
Volumen del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( $\text{cm}^3$ )	2800	2800	2800	
Peso molde mas muestra ( gr )	5706	5704	5706	
Peso de la arena ( gr )	4520	4518	4520	
Peso volumétrico compact. ( gr / $\text{cm}^3$ )	1.614	1.613	1.614	1.6136
Peso volumétrico compact. ( Kg / $\text{m}^3$ )				1613.6

CUADRO No. 11 PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO – CANTERA CUMBAZA

4.2.4. Evaluación de la Calidad de los Agregados.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, se evaluará la calidad de estos, basándonos en los requisitos que estos tienen que cumplir para su utilización en concreto de acuerdo a las NTP que describimos en el capítulo anterior ( 3.2.5.1). Esto con el propósito de definir que agregado fino y que agregado grueso nos resulta mas conveniente utilizar, considerando el aspecto técnico - económico. ( Ver . Cuadro 12 ).

Se considera al agregado grueso de la cantera del río Cumbaza solo como referencia, puesto que como se vio anteriormente no se utilizará en los ensayos debido a que no cumple con los requisitos mínimos para su utilización en concreto.

ENSAYO	REQUISITO	CANTERA CUMBAZA			CANTERA HUALLAGA		
		A. Fino	A. Grueso	Calidad	A. Fino	A. Grueso	Calidad
Peso específico de masa	> 2.50	2.63	2.41	Pe. Ag. Grueso Mala	2.60	2.57	Bueno
Absorción	< 2.0 %	0.54	2.02	Ab. Ag. Alto	1.06	0.52	Bueno
Granulometría		Muy fino	Mala gradación	No cumple	Muy fino	Cumple	Agre. Fino no cumple
Módulo de finura	MF. Af > 2.3	2.053	-	Agre. Fino no cumple	2.19	7.499	Agre. Fino no cumple
Material > No.200		3.93		Aceptable	6.3		Agre. Fino no cumple
Abrasión			59.60	Agre. No grueso cumple		18.4	Agre. grueso cumple
Peso unitario suelto	1500 - 1750	1494				1670	Aceptable
Peso unitario compac.	1500 - 1750	1613.6				1740	Aceptable
Clasificación SUCS		G P			G P		
Clasificación AASHTO		A - 1 - a ( o )			A - 1 - a ( o )		

CUADRO. ( 12 ). EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Del cuadro resumen No.12 , podemos observar que los dos agregados finos de las canteras del Cumbaza y Huallaga no cumplen con los requisitos de granulometría que establecen las normas , sus módulos de finura están por debajo del mínimo que es 2.3 . Sin embargo el agregado fino de la cantera del río Cumbaza es mas limpio, el porcentaje que pasa la malla No. 200 es menor a 5%, mientras que para el agregado fino de la cantera del río Huallaga es mayor a 5%. Teniendo en cuenta esta ventaja y considerando que la cantera del Cumbaza está mas cerca a la ciudad de Tarapoto con relación a las demás, se optó por esta cantera para extraer el agregado fino.

El agregado grueso que utilizaremos pertenecerá a la cantera del río Huallaga, puesto que su granulometría cumple con los límites de la norma y presentan buen peso específico, teniendo un desgaste por abrasión bajo menor al 20%.

*Nota. Como podemos ver los módulos de finura de la arena de ambas canteras están por debajo del mínimo que es 2.4, esto nos limita en cuanto a la utilización de métodos de diseño con este tipo de arenas, como es el caso del método ACI. Que solo es aplicable con arenas que tienen módulos de finura iguales o mayores a 2.4.*

#### **4.2.5. Mezcla de Agregados.**

Teniendo ya definidas las canteras que utilizaremos para el agregado fino y grueso, procedemos al mezclado para generar un agregado global, con el propósito de obtener la mejor proporción (mezcla base) de fino y grueso que utilizaremos como parámetro en el diseño de mezcla.

Presentamos cinco diferentes proporciones de mezcla de agregados, de las cuales descartaremos dos, y utilizaremos las tres mejores granulometrías para la dosificación de concreto.

## MEZCLA DE AGREGADOS I

---

ARENA 30 % (cantera Cumbaza )

PIEDRA 70 % ( Cantera Huallaga )

### MEZCLA DE AGREGADOS I

ARENA :	30%	Arena : Santa Rosa de Cumbaza
PIEDRA:	70%	Piedra : Huallaga sector Shapaja

<b>MEZCLA DE AGREGADOS</b>													
% ACUMULADOS QUE PASAN LAS ABERTURAS DE LAS MALLAS													
ABERTURA DE MALLAS	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
( S ). Agregado Fino	100	100	100	100	100	100	97.48	95.08	89.06	70.9	34.02	8.14	3.93
( G ) Agregado Grueso	100	95.78	69.23	46.37	18.045	7.64	0.25						
Curva Deseada Bolomey 10+ 90(d/D)1/2		100	83.48	73.64	61.96	55	41.81	32.4	25.84	21.2	17.92	15.6	
% ARENA 30	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	29.24	28.52	26.72	21.27	10.21	2.44	1.18
% PIEDRA 70	70.00	67.05	48.46	32.46	12.63	5.35	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Curva Mezcla	100.00	97.05	78.46	62.46	42.63	35.35	29.42	28.52	26.72	21.27	10.21	2.44	1.18
% Ret. Acumulados		2.95	21.54	37.54	57.37	64.65	70.58	71.48	73.28	78.73	89.79	97.56	98.82
MODULO DE FINURA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS = 5.87													

CUADRO (13). MEZCLA DE AGREGADOS I (30% Arena, 70% Piedra)

MEZCLA DE AGREGADOS - Arena = 30% , Piedra = 70%				
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GLOBAL = 5.37				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA				
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Bolomey Curva Mezcla	
N200	0.00	0.00		1.18
N100	8.00	0.00	15.60	2.44
N50	19.00	4.00	17.92	10.21
N30	30.00	8.00	21.20	21.27
N18	36.00	13.00	25.84	26.72
N8	44.00	19.00	32.40	28.58
N4	50.00	25.00	41.81	29.42
3/8"	64.00	35.00	55.00	35.35
3/4"	80.00	45.00	73.64	62.46
1 1/2"	100.00	95.00	100.00	97.05
3"	100.00	100.00		100.00

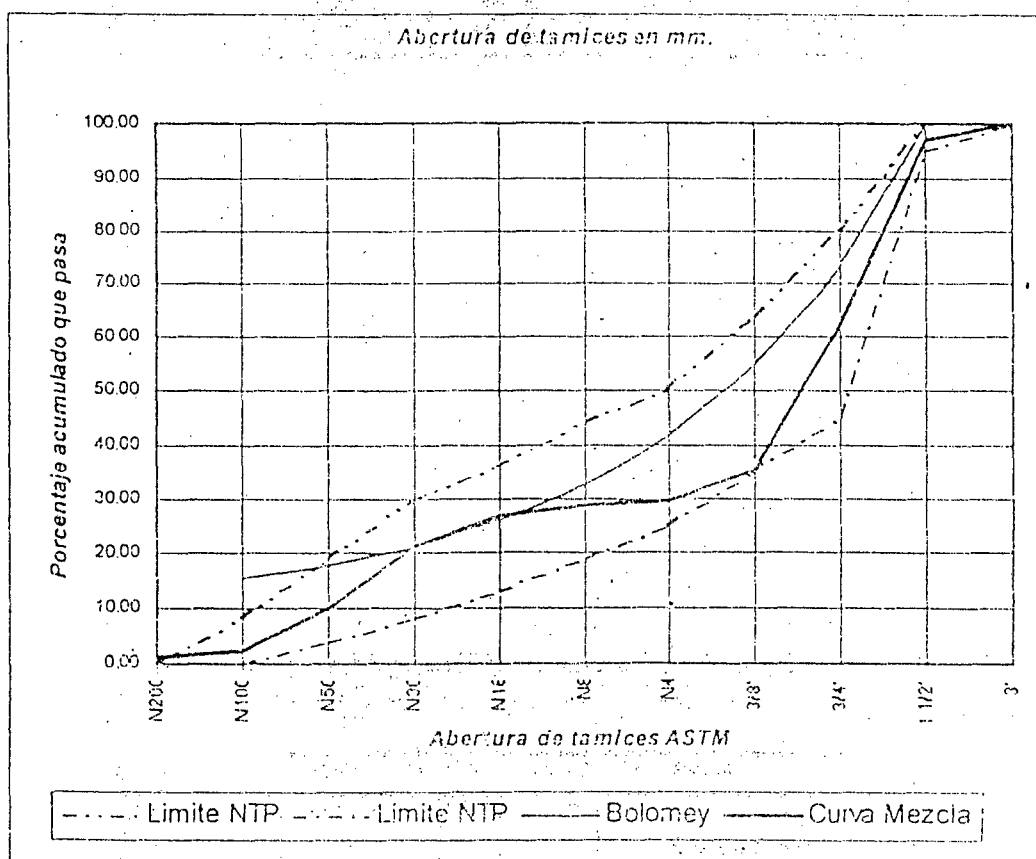


GRAFICO (19). CURVA MEZCLA DE AGREGADOS I. Vs. NTP - BOLÓMEY

## MEZCLADA DE AGREGADOS II

---

ARENA 33 % (cantera Cumbaza )

PIEDRA 67 % ( Cantera Huallaga )

## MEZCLA DE AGREGADOS II

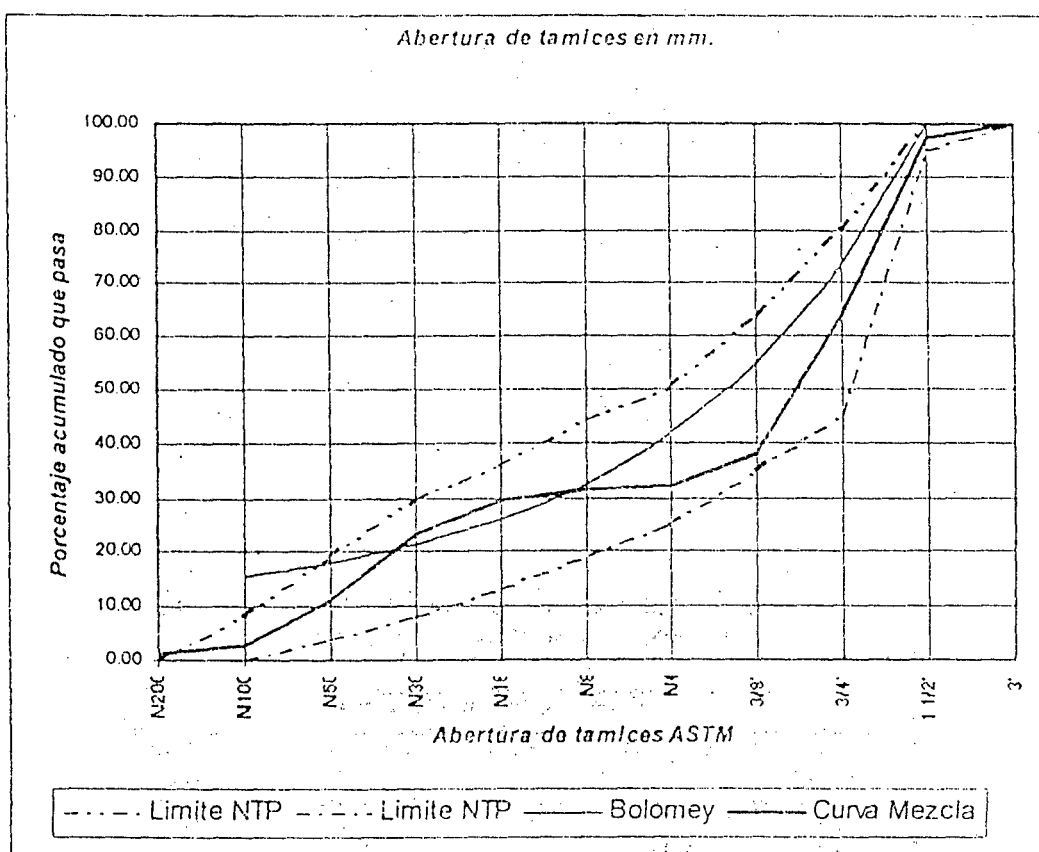
ARENA :	33 %	Arena : Santa Rosa de Cumbaza
PIEDRA:	67 %	Piedra : Huallaga sector Shapaja

MEZCLA DE AGREGADOS													
% ACUMULADOS QUE PASAN LAS ABERTURAS DE LAS MALLAS													
ABERTURA DE MALLAS	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
( S ) Agregado Fino	100	100	100	100	100	100	97.48	95.08	89.06	70.9	34.02	8.14	3.93
( G ) Agregado Grueso	100	95.78	69.23	46.37	18.045	7.64	0.25						
Curva Deseada Bolomey 10+ 90(d/D)1/2		100	83.48	73.64	61.96	55	41.81	32.4	25.84	21.2	17.92	15.6	
% ARENA 33	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	33.00	32.17	31.38	29.39	23.40	11.23	2.69	1.30
% PIEDRA 67	67.00	64.17	46.38	31.07	12.09	5.12	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Curva Mezcla	100.00	97.17	79.38	64.07	45.09	38.12	32.34	31.38	29.39	23.40	11.23	2.69	1.30
% Ret. Acumulados		2.83	20.62	35.93	54.91	61.88	67.66	68.62	70.61	76.60	88.77	97.31	98.70
MODULO DE FINURA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS = 5.70													

CUADRO (14). MEZCLA DE AGREGADOS II (33% Arena, 67% Piedra)



MEZCLA DE AGREGADOS - Arena = 33% , Piedra = 67%				
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GLOBAL = 5.70				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA				
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Bolomey	Curva Mezcla
N200	0.00	0.00		1.30
N100	8.00	0.00	15.60	2.69
N50	19.00	4.00	17.92	11.23
N30	30.00	8.00	21.20	23.40
N16	36.00	13.00	25.84	29.39
N8	44.00	19.00	32.40	31.38
N4	50.00	25.00	41.81	32.34
3/8"	64.00	35.00	55.00	38.12
3/4"	80.00	45.00	73.64	64.07
1 1/2"	100.00	95.00	100.00	97.17
3"	100.00	100.00		100.00



## MEZCLA DE AGREGADOS III

---

ARENA 35 % (cantera Cumbaza)

PIEDRA 65 % (cantera Huallaga)

### MEZCLA DE AGREGADOS III

ARENA :	35 %	Arena : Santa Rosa de Cumbaza
PIEDRA:	65 %	Piedra : Huallaga sector Shapaja

MEZCLA DE AGREGADOS													
% ACUMULADOS QUE PASAN LAS ABERTURAS DE LAS MALLAS													
ABERTURA DE MALLAS	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
( S ). Agregado Fino	100	100	100	100	100	100	97.48	95.08	89.06	70.9	34.02	8.14	3.93
( G ) Agregado Grueso	100	95.78	69.23	46.37	18.045	7.64	0.25						
Curva Deseada Bolomey 10+ 90(d/D) 1/2		100	83.48	73.64	61.96	55	41.81	32.4	25.84	21.2	17.92	15.6	
% ARENA 35	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	34.12	33.28	31.17	24.82	11.91	2.85	1.38
% PIEDRA 65	65.00	62.26	45.00	30.14	11.73	4.97	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Curva Mezcla	100.00	97.26	80.00	65.14	46.73	39.97	34.28	33.28	31.17	24.82	11.91	2.85	1.38
% Ret. Acumulados		2.74	20.00	34.86	53.27	60.03	65.72	66.72	68.83	75.19	88.09	97.15	98.62
MODULO DE FINURA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS = 5.59													

CUADRO (15). MEZCLA DE AGREGADOS III (35% Arena, 65% Piedra)

MEZCLA DE AGREGADOS - Arena = 35% , Piedra = 65%				
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GLOBAL = 5.60				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA				
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Bolomey	Curva Mezcla
N200	0.00	0.00		1.38
N100	8.00	0.00	15.60	2.85
N50	19.00	4.00	17.92	11.91
N30	30.00	8.00	21.20	24.82
N16	36.00	13.00	25.84	31.17
N8	44.00	19.00	32.40	33.28
N4	50.00	25.00	41.81	34.28
3/8"	64.00	35.00	55.00	39.97
3/4"	80.00	45.00	73.64	65.14

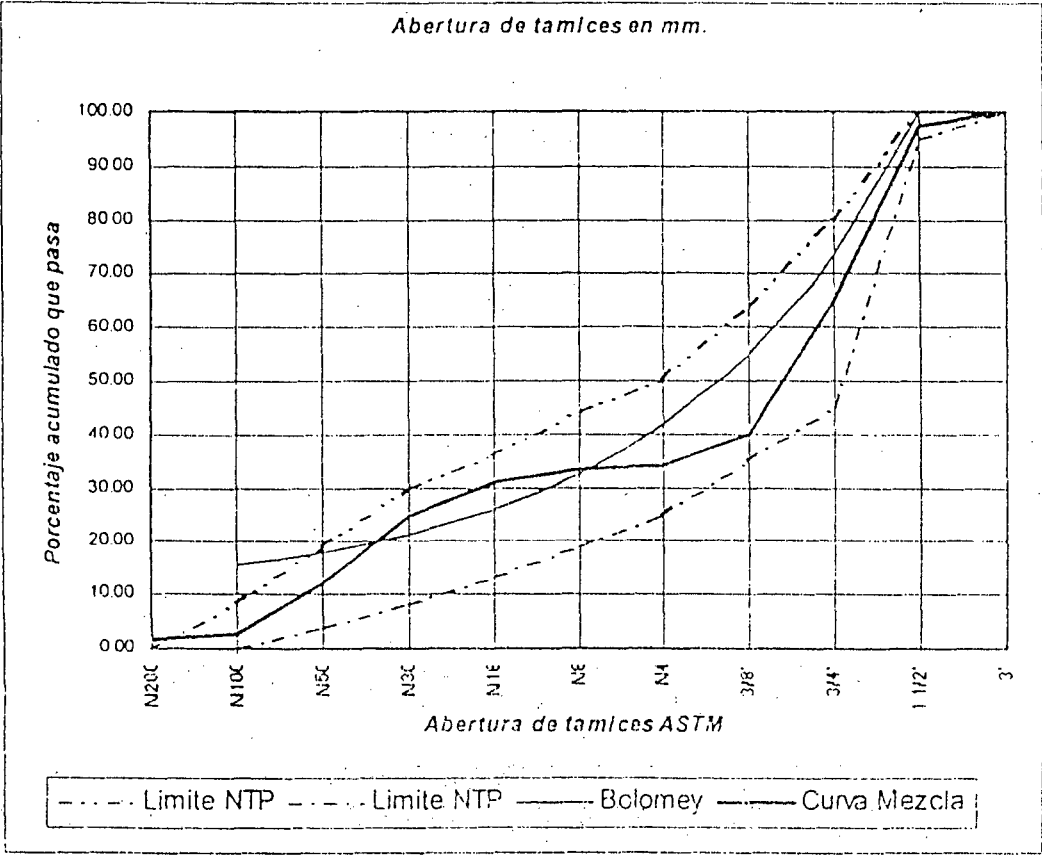


GRAFICO (21). CURVA MEZCLA DE AGREGADOS III Vs. NTP - BOLOMEY

## MEZCLADA DE AGREGADOS IV

---

ARENA 37 % (Cantera Cumbaza )

PIEDRA 63 % ( Cantera Huallaga )

### MEZCLA DE AGREGADOS IV

ARENA :	37 %	Arena : Santa Rosa de Cumbaza
PIEDRA:	63 %	Piedra : Huallaga sector Shapaja

MEZCLA DE AGREGADOS													
% ACUMULADOS QUE PASAN LAS ABERTURAS DE LAS MALLAS													
ABERTURA DE MALLAS	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
( S ) Agregado Fino	100	100	100	100	100	100	97.48	95.08	89.06	70.9	34.02	8.14	3.93
( G ) Agregado Grueso	100	95.78	69.23	46.37	18.045	7.64	0.25						
Curva Deseada Bolomey 10+ 90(d/D)1/2		100	83.48	73.64	61.96	55	41.81	32.4	25.84	21.2	17.92	15.6	
% ARENA 37	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	36.07	35.18	32.95	26.23	12.59	3.01	1.45
% PIEDRA 63	63.00	60.34	43.61	29.21	11.37	4.81	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Curva Mezcla	100.00	97.34	80.61	66.21	48.37	41.81	36.23	35.18	32.95	26.23	12.59	3.01	1.45
% Ret. Acumulados		2.66	19.39	33.79	51.63	58.19	63.77	64.82	67.05	73.77	87.41	96.99	98.55
MODULO DE FINURA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS = 5.48													

CUADRO (16). MEZCLA DE AGREGADOS IV (37% Arena, 63% Piedra)

MEZCLA DE AGREGADOS - Arena = 37% , Piedra = 63%				
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GLOBAL = 5.48				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA				
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Bolomey	Curva Mezcla
N200	0.00	0.00		1.45
N100	8.00	0.00	15.60	3.01
N50	19.00	4.00	17.92	12.59
N30	30.00	8.00	21.20	26.23
N16	36.00	13.00	25.84	32.95
N8	44.00	19.00	32.40	35.18
N4	50.00	25.00	41.81	36.23
3/8"	64.00	35.00	55.00	41.81
3/4"	80.00	45.00	73.64	66.21
1 1/2"	100.00	95.00	100.00	97.37
3"	100.00	100.00		100.00

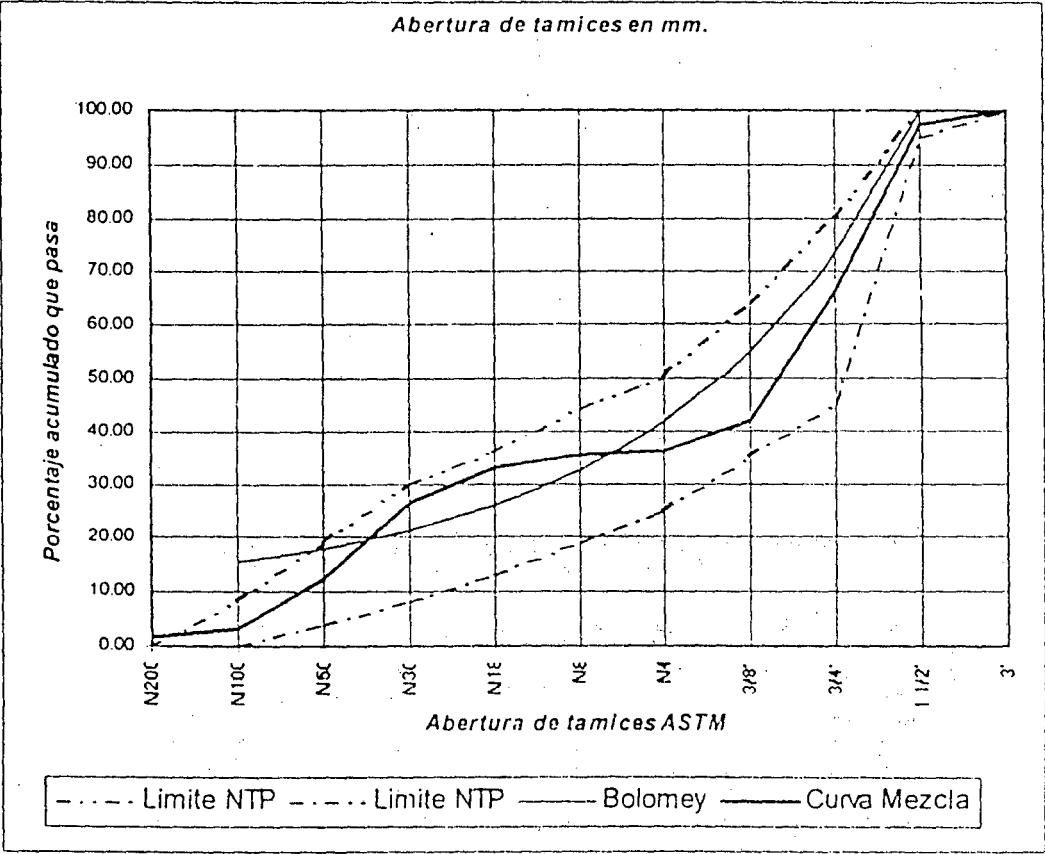


GRAFICO ( 22 ). CURVA MEZCLA DE AGREGADOS IV Vs. NTP - BOLOMEY

## MEZCLA DE AGREGADOS V

---

ARENA 39 % (Cantera Cumbaza )

PIEDRA 61 % ( Cantera Huallaga )



### MEZCLA DE AGREGADOS V

ARENA :	39 %	Arena : Santa Rosa de Cumbaza
PIEDRA:	61 %	Piedra : Huallaga sector Shapaja

<b>MEZCLA DE AGREGADOS</b>													
% ACUMULADOS QUE PASAN LAS ABERTURAS DE LAS MALLAS													
ABERTURA DE MALLAS	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No. 100	No. 200
( S ) Agregado Fino	100	100	100	100	100	100	97.48	95.08	89.06	70.9	34.02	8.14	3.93
( G ) Agregado Grueso	100	95.78	69.23	46.37	18.045	7.64	0.25						
Curva Deseada Bolomey 10+ 90(d/D)1/2		100	83.48	73.64	61.96	55	41.81	32.4	25.84	21.2	17.92	15.6	
% ARENA 39	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	39.00	38.02	37.08	34.73	27.65	13.27	3.17	1.53
% PIEDRA 61	61.00	58.43	42.23	28.29	11.01	4.66	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Curva Mezcla	100.00	97.43	81.23	67.29	50.01	43.66	38.17	37.08	34.73	27.65	13.27	3.17	1.53
% Ret. Acumulados		2.57	18.77	32.71	49.99	56.34	61.83	62.92	65.27	72.35	86.73	96.83	98.47
MODULO DE FINURA DE LA MEZCLA DE AGREGADOS = 5.38													

CUADRO (17). MEZCLA DE AGREGADOS V (39% Arena, 61% Piedra)

MEZCLA DE AGREGADOS - Arena = 39% , Piedra = 61%				
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GLOBAL = 5.38				
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA				
Abertura de tamices	Limite NTP	Limite NTP	Bolomey	Curva Mezcla
N200	0.00	0.00		1.53
N100	8.00	0.00	15.60	3.17
N50	19.00	4.00	17.92	13.27
N30	30.00	8.00	21.20	27.65
N16	36.00	13.00	25.84	34.73
N8	44.00	19.00	32.40	37.08
N4	50.00	25.00	41.81	38.17
3/8"	64.00	35.00	55.00	43.66
3/4"	80.00	45.00	73.64	67.29
1 1/2"	100.00	95.00	100.00	97.43
3"	100.00	100.00		100.00

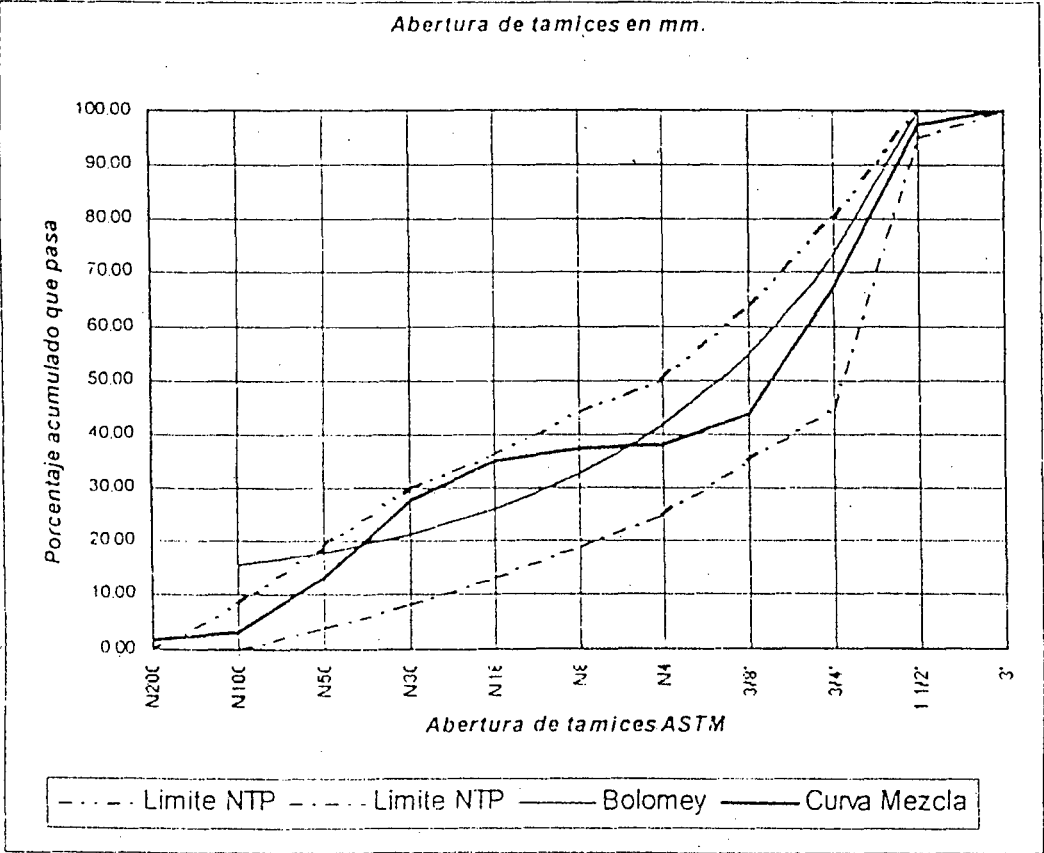


GRAFICO ( 23 ). CURVA MEZCLA DE AGREGADOS V Vs. NTP - BOLOMEY

Evaluable estos cinco tipos de mezclas de agregados podemos observar que la curva mezcla resultante o agregado global (IV), se ajusta mejor a la curva de Bolomey y se encuentra en la parte central de los límites de las NTP. Esta curva (IV) , será nuestra curva base . o posible mejor combinación. Las mezclas (I y II), se encuentra en el límite de la curva inferior en donde los concretos tienden a segregar. Las curvas (III y V) , se ajustan un poco menos a la curva ideal de Bolomey, pero también se encuentran dentro de los límites de la norma , aunque la curva (V), está en el límite en donde los concretos resultan mas caros, por su mayor demanda de pasta.

Considerando lo anterior las curvas que se utilizarán para los diseños de mezcla correspondientes; serán la curva base (IV), la (III y V), éstas dos últimas con el propósito de determinar en que proporción de agregado fino y grueso, o con que módulo de finura para una relación ( agua / cemento) constante se obtienen las mejores propiedades del concreto.

Por lo tanto para cada relación agua / cemento constante, tendremos tres proporciones diferentes de agregado fino y grueso con sus respectivos módulos de finura globales . el módulo de finura base es (5.48) curva (IV) ; el mas fino es (5.38) curva (III) y el mas grueso es (5.59) curva (V).

#### 4.3. Diseño de mezclas

Como se explicó en el capítulo anterior , se diseñará para tres relaciones ( agua / cemento ), ( 0.60 , 0.65 , 0.70 ) , con el propósito de interpolar mediante gráficos ( R a/c Vs. Resistencia a la compresión ) , valores de resistencia específicos. Para un módulo de finura global constante.

Aunque en nuestro medio es usual dosificar en volumen, En la presente tesis la dosificación se realizo a peso , puesto que está demostrado que la dosificación en volumen induce a errores considerables en las proporciones de los agregados, encontrándose que generalmente en la práctica ponemos menos agregado de lo que indica el diseño y en consecuencia mas cemento con

efectos económicos negativos, que cuantificados pueden ser del orden del 5% a 8% en costo adicional de cemento.

Teniendo en cuenta que no es recomendable dosificar a volumen, sin embargo su uso es inevitable, en zonas rurales, de difícil acceso, distantes a las grandes ciudades, ocurre que en obra no se cuenta con las facilidades necesarias para pesar los materiales integrantes del concreto, lo que obliga a trabajar con mezclas en las que las cantidades se miden en volumen. Considerando lo anterior se presenta a manera referencial la conversión a dosificación en volumen de las mezclas a elaborar.

Los procedimientos de mezclado, elaboración y curado de probetas en laboratorio se hicieron de acuerdo a las NTP. Descritas en el capítulo anterior. La humedad del agregado se controló diariamente, y el procedimiento de mezclado y curado del concreto se realizó bajo techo .

En total obtendremos 9 diferentes tipos de mezcla, y se desarrollara como sigue :

- Diseño de mezcla para R (a/c) = 0.60 ( M-A )
  - $Mf_1 = 5.38$
  - $Mf_{basc\ 2} = 5.48$
  - $Mf_3 = 5.59$
  
- Diseño de mezcla para R (a/c) = 0.65 ( M-B )
  - $Mf_1 = 5.38$
  - $Mf_{basc\ 2} = 5.48$
  - $Mf_3 = 5.59$
  
- Diseño de mezcla para R (a/c) = 0.70 ( M-C )
  - $Mf_1 = 5.38$
  - $Mf_{basc\ 2} = 5.48$
  - $Mf_3 = 5.59$

#### 4.3.1. DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA CANTIDAD DE AGUA POR METRO CUBICO

Primero se tendrá que evaluar si con la cantidad de agua teórica que nos proporciona la tabla 21 ( 173 lts/m<sup>3</sup> ) vamos a obtener un concreto plástico , cuyo asentamiento este entre 3" y 4" , si no obtenemos este resultado tendremos que variar la cantidad de agua hasta llegar a un valor aceptable . determinada esta cantidad de agua con el diseño que obedece al módulo de finura base ( MF = 5.48 ), esta será constante para los demás diseños, esto a efectos de determinar la variación de la consistencia cuando se varíe la relación fino/grueso.

De esta evaluación se obtuvo ver cuadro ( 18 ):

Diseño	Relación a/c	Módulo de finura	Agua de diseño en Lts	Asentamiento cm	Observaciones
M-A-1	0.60	5.38	173	0.00	Sin plasticidad , consistencia muy seca
M-A-2	0.60	5.38	215	9.50	consistencia plástica, casi en el lim.sup. permitido ( 10 cm )
M-A-3	0.60	5.38	203	6.50	consistencia, plástica poco baja
M-A-4	0.60	5.38	196	4.90	consistencia, de poca plasticidad.
M-A-5*	0.60	5.48	203	10.90	consistencia, mayor al máximo permitido
M-A-5**	0.60	5.48	190	3.80	consistencia, de poca plasticidad.
M-A-5***	0.60	5.48	196	7.40	consistencia, de buena plasticidad.
M-A-6	0.60	5.59	196	7.90	consistencia, de buena plasticidad.
M-B-1	0.65	5.38	196	5.00	consistencia, de poca plasticidad.
M-B-2	0.65	5.48	196	5.70	consistencia, de poca plasticidad.
M-B-3	0.65	5.59	196	9.00	consistencia, de buena plasticidad.
M-C-1	0.70	5.38	196	5.30	consistencia, de poca plasticidad.
M-C-2	0.70	5.48	196	7.90	consistencia, de buena plasticidad.
M-C-3	0.70	5.59	196	9.40	Con aspecto a segregación

CUADRO 18. DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DEL AGUA DE DISEÑO A UTILIZAR.

El colado se inició con la mezcla (M-A-1 ), (173 lts/m<sup>3</sup>) y el asentamiento fue cero ( consistencia muy seca ), variamos la cantidad de agua para obtener asentamientos aceptables y tener una idea básica de la cantidad adecuada de agua a utilizar , para esto tomamos como diseño patrón el modulo de finura que representa la curva base o mejor combinación (  $M_{F\text{ BASE}} = 5.48$  ) y empezamos con la mezcla ( M-A-5\* ; 203 lts/m<sup>3</sup>) y nos resulto un asentamiento mayor al máximo especificado. Luego disminuimos la cantidad de agua en (190lts/m<sup>3</sup> ; M-A-5\*\*) y obtuvimos un consistencia seca ; interpolando estos dos resultados para una consistencia de 3" determinamos la cantidad de agua aproximada que nos servirá para todos los diseños ( 196 lts/m<sup>3</sup>).

4.3.2. Determinación de las proporciones de los materiales constitutivos del concreto.

Para las tres relaciones agua / cemento.

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIÓN $a/c = 0.60$

---

M - A

## MEZCLA A - 1

---

$$MF_1 = 5.38$$

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 173 lts/m<sup>3</sup>



**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	2.50
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	1.80
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN  $A/C = 0.600$

MEZCLA

M-A-1

### 1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA (Tabla I)

Para agregados redondeados, con una consistencia de 3" a 4" y tamaño máximo nominal de 1 1/2" tenemos:

Volm. Unit. Agua = 173.000 lts/m<sup>3</sup>

### 1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

$R(a/c) = 0.600$

C =	a	173.000
	0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 288.333 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 1%

### 1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/(Peso Especifico Cemento x 1000) =	0.092	m <sup>3</sup>
-	Agua	W agua/(Peso Especifico agua x 1000) =	0.173	m <sup>3</sup>
-	Aire	=	0.010	m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =				0.275 m <sup>3</sup>

### 1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

#### 1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.33

Agregado Fino = 39.000 %  
 Agregado Grueso = 61.000 %  
 Volumen de Agregado total = (1 - Vol. Pasta) = 0.725 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los Agregados:

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino) = 0.283 m<sup>3</sup>  
 Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso) = 0.442 m<sup>3</sup>

Peso seco de los Agregados : (Peso Especifico de Masa)

Agregado Fino = (Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa)x1000 = 726.252 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa)x1000 = 1140.353 Kg/m<sup>3</sup>

Cantidad de Materiales

Cemento	288.333 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	173.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	726.252 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1140.353 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2327.938 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.637  
 Relación Agr./Cem. = 6.474

## 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

## Peso Humedo :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 744.41 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 1160.88 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

## Humedad Superficial :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = 1.96 \% \\ \text{Agregado Grueso} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = 1.22 \% \end{aligned}$$

## Aporte de Humedad del Agregado :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \text{Humedad Sup.}) = 14.23 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado Grso. seco} \times \text{Humedad Sup.}) = 13.91 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Aporte de Humedad del agregado} = 28.15 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua Efectiva} = 173 + (-28.15) = 144.85 \text{ lt/m}^3$$

## Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	288.33 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	144.85 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	744.41 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1160.88 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2338.47 Kg/m <sup>3</sup>

## Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua lts/saco
1	2.58	4.03	21.35

## Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	21.35 lts/saco
Agregado fino	109.72 kg/saco
Agregado grueso	171.11 kg/saco

## Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	288.33	x	0.08	=	23.07	kg
Agua efectiva	144.85	x	0.08	=	11.59	kg
Agregado fino	744.41	x	0.08	=	59.55	kg
Agregado grueso	1160.88	x	0.08	=	92.87	kg
			total	=	187.08	kg

Nota: para el mezclado se utilizo una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 120 lts ), lo que significa que la maquina trabajará al 63% de su eficiencia.

Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1531.35 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1700.06 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 43.75 kg/pie3  
Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 48.57 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	2.51
Agregado grueso humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	3.52
Agua efectiva		21.35

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.51	3.52	21.35

## MEZCLA A - 2

---

$$MF_1 = 5.38$$

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 215 lts/m<sup>3</sup>

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados

( mf base = 5.48 , mf1 = 5.38 , mf2 = 5.59 )

**I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.600**

MEZCLA

M-A-2

**1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )**

Asumimos 215 lts / m<sup>3</sup> , para encontrar un asentamiento aceptable.

Volm. Unit. Agua = 215.000 lts/m<sup>3</sup>

**1.2 CONTENIDO DE CEMENTO**

R(a / c) = 0.600

C =	a	215.000
	0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 358.333 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 1%

**1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO**

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.115	m <sup>3</sup>
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.215	m <sup>3</sup>
-	Aire		0.010	m <sup>3</sup>
			Volumen de Pasta =	0.340 m <sup>3</sup>

**1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO**

**1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.38**

Agregado Fino = 39.000 %

Agregado Grueso = 61.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.660 m<sup>3</sup>

**Volumen Absoluto de los Agregados :**

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.257 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.403 m<sup>3</sup>

**Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )**

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 661.668 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1038.943 Kg/m<sup>3</sup>

**Cantidad de Materiales**

Cemento	358.333 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	215.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	661.668 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1038.943 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2273.945 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.637

Relación Agr./Cem. = 4.746

**Peso Humedo :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 687.47 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1042.06 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad Superficial :**

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 3.36 %  
 Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.28 %

**Aporte de Humedad del Agregado :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 22.23 lt/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -2.91 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 19.32 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 215 + -19.32 195.68 lt/m<sup>3</sup>

**Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :**

Cemento	358.33 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	195.68 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	687.47 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1042.06 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2283.54 Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.92	2.91	23.21

**Proporción por sacos**

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	23.21 lts/saco
Agregado fino	81.54 kg/saco
Agregado grueso	123.59 kg/saco

**Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )**

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	358.33	x	0.08	=	28.67	kg
Agua efectiva	195.68	x	0.08	=	15.65	kg
Agregado fino	687.47	x	0.08	=	55.00	kg
Agregado grueso	1042.06	x	0.08	=	83.36	kg
			total	=	182.68	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.



**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1552.27 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 44.35 kg/pie3  
Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.86 kg/pie3

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	1.84
Agregado grueso humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	2.58
Agua efectiva		23.21

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.84	2.58	23.21

**MEZCLA A - 3**

---

$$MF_1 = 5.38$$

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 203 lts/m<sup>3</sup>

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m3
----------	------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.600

MEZCLA M-A-3

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Asumimos 203 lts / m3 , para encontrar un asentamiento aceptable.

Volm. Unit. Agua = 203.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.600

C =

a	203.000
0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 338.333 K/m3

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.108	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.203	m3
-	Aire	=	0.010	m3
Volumen de Pasta =				0.321 m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.38

Agregado Fino = 39.000 %

Agregado Grueso = 61.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.679 m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.265 m3

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.414 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 680.121 Kg/m3

Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1067.917 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	338.333 Kg/m3
Agua	203.000 Kg/m3
Agregado Fino	680.121 Kg/m3
Agregado Grueso	1067.917 Kg/m3
Total Materiales =	2289.371 Kg/m3

Relación Fino/Grueso = 0.637

Relación Agr./Cem. = 5.167

## 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

**Peso Humedo :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 706.65 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1071.12 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad Superficial :**

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 3.36 %  
 Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.28 %

**Aporte de Humedad del Agregado :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 22.85 lt/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -2.99 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 19.86 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 203 + -19.86 183.14 lt/m<sup>3</sup>

**Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :**

Cemento	338.33 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	183.14 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	706.65 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1071.12 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2299.24 Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.09	3.17	23.01

**Proporción por sacos**

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	23.01 lts/saco
Agregado fino	88.77 kg/saco
Agregado grueso	134.55 kg/saco

**Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )**

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo **0.08 m<sup>3</sup>**

Cemento	338.33	x	0.08	=	27.07	kg
Agua efectiva	183.14	x	0.08	=	14.65	kg
Agregado fino	706.65	x	0.08	=	56.53	kg
Agregado grueso	1071.12	x	0.08	=	85.69	kg
			<b>total</b>	=	<b>183.94</b>	<b>kg</b>

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1552.27 kg/m<sup>3</sup>  
 PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.01 kg/m<sup>3</sup>

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 44.35 kg/pie<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.86 kg/pie<sup>3</sup>

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento 1.0 pies cúbicos. 1.00  
 Agregado fino humedo (kg/saco) / (peso enn pies cúbicos) 2.00  
 Agregado grueso humedo (kg/saco) / (peso enn pies cúbicos) 2.81  
 Agua efectiva 23.01

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.00	2.81	23.01

## MEZCLA A - 4

---

$$MF_1 = 5.38$$

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

## DISEÑO DE MÉZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )



I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.600

MEZCLA

M-A-4

## 1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Asumimos 203 lts / m<sup>3</sup> , para encontrar un asentamiento aceptable.Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m<sup>3</sup>

## 1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.600

C =	a	196.000
	0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 326.667 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

## 1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.105	m <sup>3</sup>
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m <sup>3</sup>
-	Aire		0.010	m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =				0.311 m <sup>3</sup>

## 1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

## 1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.38

Agregado Fino = 39.000 %

Agregado Grueso = 61.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.689 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.269 m<sup>3</sup>Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.420 m<sup>3</sup>

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 690.885 Kg/m<sup>3</sup>Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1084.819 Kg/m<sup>3</sup>

Cantidad de Materiales

Cemento	326.667 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	196.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	690.885 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1084.819 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2298.370 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.637

Relación Agr./Cem. = 5.436

### 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

#### Peso Humedo :

$$\begin{aligned}\text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 717.83 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 1088.07 \text{ Kg/m}^3\end{aligned}$$

#### Humedad Superficial :

$$\begin{aligned}\text{Agregado Fino} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = 3.36 \% \\ \text{Agregado Grueso} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = -0.28 \%\end{aligned}$$

#### Aporte de Humedad del Agregado :

$$\begin{aligned}\text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \text{Humedad Sup.}) = 23.21 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado Grso. seco} \times \text{Humedad Sup.}) = -3.04 \text{ lt/m}^3\end{aligned}$$

$$\text{Aporte de Humedad del agregado} = 20.18 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua Efectiva} = 196 + (-20.18) = 175.82 \text{ lt/m}^3$$

#### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	326.67 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	175.82 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	717.83 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1088.07 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Total Materiales =</b>	<b>2308.39 Kg/m<sup>3</sup></b>

#### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.20	3.33	22.88

#### Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	22.88 lts/saco
Agregado fino	93.39 kg/saco
Agregado grueso	141.56 kg/saco

#### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo **0.08 m<sup>3</sup>**

Cemento	326.67	x	0.08	=	26.13	kg
Agua efectiva	175.82	x	0.08	=	14.07	kg
Agregado fino	717.83	x	0.08	=	57.43	kg
Agregado grueso	1088.07	x	0.08	=	87.05	kg
<b>total</b>				<b>=</b>	<b>184.67</b>	<b>kg</b>

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1552.27 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 44.35 kg/pie3  
Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.86 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	2.11
Agregado grueso humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	2.96
Agua efectiva		22.88

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.11	2.96	22.88

**MEZCLA A – 5 \***

---

MF base 2 = 5.48

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 203 lts/m3

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO** ( Cantera Cumbaza )

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO** ( Cantera Huallaga ).

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.600

MEZCLA

M-A-5\*

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA (Tabla I)

Volm. Unit. Agua = 203.000 lts/m<sup>3</sup>

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a/c) = 0.600

C =	a	203.000
	0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 338.333 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 1%

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/(Peso Especifico Cemento x 1000) =	0.108	m <sup>3</sup>
-	Agua	W agua/(Peso Especifico agua x 1000) =	0.203	m <sup>3</sup>
-	Aire		0.010	m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =				0.321 m <sup>3</sup>

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Módulo de Finura = 5.48

Agregado Fino = 37.000 %  
Agregado Grueso = 63.000 %  
Volumen de Agregado total = (1 - Vol. Pasta) = 0.679 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino) = 0.251 m<sup>3</sup>  
Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso) = 0.427 m<sup>3</sup>

Peso seco de los Agregados : (Peso Especifico de Masa)

Agregado Fino = (Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa)x1000 = 645.243 Kg/m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso = (Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa)x1000 = 1102.931 Kg/m<sup>3</sup>

Cantidad de Materiales

Cemento	338.333 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	203.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	645.243 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1102.931 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2289.507 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.585  
Relación Agr./Cem. = 5.167

## 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

### Peso Humedo :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 670.41 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 1106.24 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

### Humedad Superficial :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = 3.36 \% \\ \text{Agregado Grueso} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = -0.28 \% \end{aligned}$$

### Aporte de Humedad del Agregado :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \text{Humedad Sup.}) = 21.68 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado Grsso. seco} \times \text{Humedad Sup.}) = -3.09 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Aporte de Humedad del agregado} = 18.59 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua Efectiva} = 203 + (-18.59) = 184.41 \text{ lt/m}^3$$

### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	338.33	Kg/m <sup>3</sup>
Agua	184.41	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	670.41	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1106.24	Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2299.39	Kg/m <sup>3</sup>

### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.98	3.27	23.16

### Proporción por sacos

Cemento	42.50	kg/saco
Agua efectiva	23.16	lts/saco
Agregado fino	84.21	kg/saco
Agregado grueso	138.96	kg/saco

### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	338.33	x	0.08	=	27.07	kg
Agua efectiva	184.41	x	0.08	=	14.75	kg
Agregado fino	670.41	x	0.08	=	53.63	kg
Agregado grueso	1106.24	x	0.08	=	88.50	kg
			total	=	183.95	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1552.27 kg/m<sup>3</sup>

PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1675.01 kg/m<sup>3</sup>

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelto seco ) / 35 = 44.35 kg/pie<sup>3</sup>

Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelto seco ) / 35 = 47.86 kg/pie<sup>3</sup>

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	1.90
Agregado grueso humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	2.90
Agua efectiva		23.16

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.90	2.90	23.16



**MEZCLA A – 5 \*\***

---

MF base2 = 5.48

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 190 lts/m3

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( m<sub>f</sub> base =5.48 , m<sub>f1</sub> =5.38 , m<sub>f3</sub> = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN    A/C =    0.600

MEZCLA    M-A-5\*\*

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA

Volm. Unit. Agua =    190.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) =    0.600

C =

a	190.000
0.600	0.600

Cantidad de Cemento    =    316.667 Kg/m3

Porcentaje de aire atrapado =    1%

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.101	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.190	m3
-	Aire		0.010	m3
				=
Volumen de Pasta				= 0.301 m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.48

Agregado Fino    =    37.000 %  
Agregado Grueso =    63.000 %  
Volumen de Agregado total =    ( 1 - Vol. Pasta ) =    0.699    m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino    =    (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) =    0.258 m3  
Volumen Absoluto del Agregado Grueso =    (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) =    0.440 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino    =    ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000    =    664.208 Kg/m3  
Agregado Grueso =    ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000    =    1135.349 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	316.667 Kg/m3
Agua	190.000 Kg/m3
Agregado Fino	664.208 Kg/m3
Agregado Grueso	1135.349 Kg/m3
Total Materiales =	2306.223 Kg/m3

Relación    Fino/Grueso    =    0.585  
Relación    Agr./Cem.    =    5.683

### 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

#### Peso Humedo :

Agregado Fino	=	(Agregado fino seco x %Humedad) =	690.11 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	(Agregado fino seco x %Humedad) =	1138.75 Kg/m <sup>3</sup>

#### Humedad Superficial :

Agregado Fino	=	(%Humedad - % Absorción) =	3.36 %
Agregado Grueso	=	(%Humedad - % Absorción) =	-0.28 %

#### Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino	=	(Agregado fino seco x Humedad Sup.)	22.32 l/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	(Agregado Grsó. seco x Humedad Sup.) =	-3.18 l/m <sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 19.14 l/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 190 + -19.14 170.86 l/m<sup>3</sup>

#### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	316.67 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	170.86 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	690.11 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1138.75 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2316.39 Kg/m <sup>3</sup>

#### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.18	3.60	22.93

#### Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	22.93 lts/saco
Agregado fino	92.62 kg/saco
Agregado grueso	152.83 kg/saco

#### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo **0.08 m<sup>3</sup>**

Cemento	316.67	x	0.08	=	25.33	kg
Agua efectiva	170.86	x	0.08	=	13.67	kg
Agregado fino	690.11	x	0.08	=	55.21	kg
Agregado grueso	1138.75	x	0.08	=	91.10	kg
			<b>total</b>	<b>=</b>	<b>185.31</b>	<b>kg</b>

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1552.27 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelto seco ) / 35 = 44.35 kg/pie3  
Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelto seco ) / 35 = 47.86 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento 1.0 pies cúbicos. 1.00  
Agregado fino humedo ( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos ) 2.09  
Agregado grueso humedo ( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos ) 3.19  
Agua efectiva 22.93

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.09	3.19	22.93

## MEZCLA A - 5

---

MF base 2 = 5.48

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Hualiyaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.600

MEZCLA M-A-5

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.600

C =

a	196.000
0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 326.667 Kg/m3

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.105	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m3
-	Aire		0.010	m3
Volumen de Pasta =			0.311	m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.48

Agregado Fino = 37.000 %  
 Agregado Grueso = 63.000 %  
 Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.689 m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.255 m3  
 Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.434 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 655.455 Kg/m3  
 Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1120.387 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	326.667 Kg/m3
Agua	196.000 Kg/m3
Agregado Fino	655.455 Kg/m3
Agregado Grueso	1120.387 Kg/m3
Total Materiales =	2298.508 Kg/m3

Relación Fino/Grueso = 0.585  
 Relación Agr./Cem. = 5.436



**1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO****Peso Humedo :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 681.02 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1123.75 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad Superficial :**

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 3.36 %  
 Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.28 %

**Aporte de Humedad del Agregado :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 22.02 lt/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -3.14 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 18.89 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 + -18.89 177.11 lt/m<sup>3</sup>

**Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :**

Cemento	326.67 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	177.11 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	681.02 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1123.75 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2308.55 Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.08	3.44	23.04

**Proporción por sacos**

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	23.04 lts/saco
Agregado fino	88.60 kg/saco
Agregado grueso	146.20 kg/saco

**Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )**

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo. **0.08 m<sup>3</sup>**

Cemento	326.67	x	0.08	=	26.13	kg
Agua efectiva	177.11	x	0.08	=	14.17	kg
Agregado fino	681.02	x	0.08	=	54.48	kg
Agregado grueso	1123.75	x	0.08	=	89.90	kg
			<b>total</b>	<b>=</b>	<b>184.68</b>	<b>kg</b>

**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1552.27 kg/m<sup>3</sup>  
 PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.01 kg/m<sup>3</sup>

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 44.35 kg/pie<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.86 kg/pie<sup>3</sup>

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	2.00
Agregado grueso humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	3.05
Agua efectiva		23.04

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.00	3.05	23.04

## MEZCLA A - 6

---

$$MF_3 = 5.59$$

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

202

DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.6

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales**

**AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.50
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres módulos de finura global ; que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.46 , mf1 =5.33 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.600

MEZCLA

M-A-6

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m<sup>3</sup>

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.600

C =

a	196.000
0.600	0.600

Cantidad de Cemento = 326.667 K/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.105	m <sup>3</sup>
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m <sup>3</sup>
-	Aire	=	0.010	m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =				0.311 m <sup>3</sup>

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.59

Agregado Fino = 35.000 %

Agregado Grueso = 65.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.689 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.241 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.448 m<sup>3</sup>

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 620.025 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1155.955 Kg/m<sup>3</sup>

Cantidad de Materiales

Cemento	326.667 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	196.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	620.025 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1155.955 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2298.646 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.536

Relación Agr./Cem. = 5.437

## 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

### Peso Humedo :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 641.73 \text{ Kg/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado fino seco} \times \% \text{Humedad}) = 1159.42 \text{ Kg/m}^3 \end{aligned}$$

### Humedad Superficial :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = 2.96 \% \\ \text{Agregado Grueso} &= (\% \text{Humedad} - \% \text{Absorción}) = -0.28 \% \end{aligned}$$

### Aporte de Humedad del Agregado :

$$\begin{aligned} \text{Agregado Fino} &= (\text{Agregado fino seco} \times \text{Humedad Sup.}) = 18.35 \text{ lt/m}^3 \\ \text{Agregado Grueso} &= (\text{Agregado Grso. seco} \times \text{Humedad Sup.}) = -3.24 \text{ lt/m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Aporte de Humedad del agregado} = 15.12 \text{ lt/m}^3$$

$$\text{Agua Efectiva} = 196 + (-15.12) = 180.88 \text{ lt/m}^3$$

### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	326.67	Kg/m <sup>3</sup>
Agua	180.88	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	641.73	Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1159.42	Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2308.70	Kg/m <sup>3</sup>

### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.96	3.55	23.53

### Proporción por sacos

Cemento	42.50	kg/saco
Agua efectiva	23.53	lts/saco
Agregado fino	83.49	kg/saco
Agregado grueso	150.84	kg/saco

### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 dias y 14 dias y, 6 a los 28 dias. Vo **0.08** m<sup>3</sup>

Cemento	326.67	x	0.08	=	26.13	kg
Agua efectiva	180.88	x	0.08	=	14.47	kg
Agregado fino	641.73	x	0.08	=	51.34	kg
Agregado grueso	1159.42	x	0.08	=	92.75	kg
			<b>total</b>	=	<b>184.70</b>	<b>kg</b>

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

### Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1546.29 kg/m3  
 PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

### Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 44.18 kg/pie3  
 Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.86 kg/pie3

### Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento 1.0 pies cúbicos. 1.00  
 Agregado fino humedo (kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos ) 1.89  
 Agregado grueso humedo. (kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos ) 3.15  
 Agua efectiva 23.53

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.89	3.15	23.53

**DISEÑO DE MEZCLA PARA**  
**RELACIÓN  $a/c = 0.65$**

---

**M - B**



## MEZCLA B - 1

---

MF 1 = 5.38

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3" a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales**

**AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	2.60
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.650

MEZCLA M-B-1

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.650

C =

a	196.000
0.650	0.650

Cantidad de Cemento = 301.538 K/m3

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.097	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m3
-	Aire	=	0.010	m3
Volumen de Pasta =				0.303 m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.38

Agregado Fino = 39.000 %  
 Agregado Grueso = 61.000 %  
 Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.697 m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.272 m3  
 Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.425 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 698.957 Kg/m3  
 Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1097.494 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	301.538 Kg/m3
Agua	196.000 Kg/m3
Agregado Fino	698.957 Kg/m3
Agregado Grueso	1097.494 Kg/m3
Total Materiales =	2293.990 Kg/m3

Relación Fino/Grueso = 0.637  
 Relación Agr./Cem. = 5.958

### 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

#### Peso Humedo :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 717.13 Kg/m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1100.79 Kg/m<sup>3</sup>

#### Humedad Superficial :

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 2.06 %  
Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.28 %

#### Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 14.40 lt/m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -3.07 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 11.33 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 + -11.33 184.67 lt/m<sup>3</sup>

#### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	301.54 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	184.67 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	717.13 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1100.79 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2304.13 Kg/m <sup>3</sup>

#### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.38	3.65	26.03

#### Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	26.03 lts/saco
Agregado fino	101.08 kg/saco
Agregado grueso	155.15 kg/saco

#### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo **0.08** m<sup>3</sup>

Cemento	301.54	x	0.08	=	24.12	kg
Agua efectiva	184.67	x	0.08	=	14.77	kg
Agregado fino	717.13	x	0.08	=	57.37	kg
Agregado grueso	1100.79	x	0.08	=	88.06	kg
			<b>total</b>	=	<b>184.33</b>	<b>kg</b>

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

### Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelo seco ) x % Humedad = 1532.84 kg/m<sup>3</sup>  
PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelo seco ) x % Humedad = 1675.01 kg/m<sup>3</sup>

### Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelo seco ) / 35 = 43.80 kg/pie<sup>3</sup>  
Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelo seco ) / 35 = 47.86 kg/pie<sup>3</sup>

### Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	2.31
Agregado grueso humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	3.24
Agua efectiva		26.03

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.31	3.24	26.03

## MEZCLA B - 2

---

MF base2 = 5.48

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

## DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.65

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	1.50
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Hualliaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.20
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.650

MEZCLA

M-B-2

**1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )**Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m<sup>3</sup>**1.2 CONTENIDO DE CEMENTO**

R(a / c) = 0.650

C =	a	196.000
	0.650	0.650

Cantidad de Cemento = 301.538 K/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

**1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO**

-	Cemento	.....	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.097	m <sup>3</sup>
-	Agua	.....	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m <sup>3</sup>
-	Aire	.....	=	0.010	m <sup>3</sup>
			Volumen de Pasta =	0.303	m <sup>3</sup>

**1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO****1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.48**

Agregado Fino = 37.000 %

Agregado Grueso = 63.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.697 m<sup>3</sup>**Volumen Absoluto de los Agregados :**Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.258 m<sup>3</sup>Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.439 m<sup>3</sup>**Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )**Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 663.113 Kg/m<sup>3</sup>Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1133.478 Kg/m<sup>3</sup>**Cantidad de Materiales**

Cemento	.....	301.538 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	.....	196.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	.....	663.113 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	.....	1133.478 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales	=	2294.129 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.585

Relación Agr./Cem. = 5.958



### 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

#### Peso Humedo :

Agregado Fino	=	(Agregado fino seco x %Humedad) =	673.06 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	(Agregado fino seco x %Humedad) =	1135.74 Kg/m <sup>3</sup>

#### Humedad Superficial :

Agregado Fino	=	(%Humedad - % Absorción) =	0.96 %
Agregado Grueso	=	(%Humedad - % Absorción) =	-0.38 %

#### Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino	=	(Agregado fino seco x Humedad Sup.)	6.37 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	(Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) =	-4.31 lt/m <sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 2.06 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 + -2.06 193.94 lt/m<sup>3</sup>

#### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	301.54 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	193.94 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	673.06 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1135.74 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2304.28 Kg/m <sup>3</sup>

#### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.23	3.77	27.33

#### Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	27.33 lts/saco
Agregado fino	94.86 kg/saco
Agregado grueso	160.08 kg/saco

#### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	301.54	x	0.08	=	24.12	kg
Agua efectiva	193.94	x	0.08	=	15.52	kg
Agregado fino	673.06	x	0.08	=	53.84	kg
Agregado grueso	1135.74	x	0.08	=	90.86	kg
			total	=	184.34	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1516.41 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1673.34 kg/m3

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelto seco ) / 35 = 43.33 kg/pie3  
Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelto seco ) / 35 = 47.81 kg/pie3

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento 1.0 pies cúbicos. 1.00  
Agregado fino humedo ( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos ) 2.19  
Agregado grueso humedo ( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos ) 3.35  
Agua efectiva 27.33

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.19	3.35	27.33

## MEZCLA B - 3

---

$$MF_3 = 5.59$$

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales**

**AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	1.50
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.20
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m3
----------	------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 =5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.650

MEZCLA

M-B-3

## 1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m<sup>3</sup>

## 1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.650

C =

a	196.000
0.650	0.650

Cantidad de Cemento = 301.538 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

## 1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	.....	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.097	m <sup>3</sup>
-	Agua	.....	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m <sup>3</sup>
-	Aire	.....	=	0.010	m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =				0.303	m <sup>3</sup>

## 1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

## 1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.59

Agregado Fino = 35.000 %

Agregado Grueso = 65.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.697 m<sup>3</sup>

## Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.244 m<sup>3</sup>Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.453 m<sup>3</sup>

## Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 627.269 Kg/m<sup>3</sup>Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1169.461 Kg/m<sup>3</sup>

## Cantidad de Materiales

Cemento	.....	301.538 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	.....	196.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	.....	627.269 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	.....	1169.461 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =		2294.269 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.536

Relación Agr./Cem. = 5.959

1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Peso Humedo :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 636.68 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1171.80 Kg/m<sup>3</sup>

Humedad Superficial :

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 0.96 %  
 Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.38 %

Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 6.02 lt/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -4.44 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 1.58 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 + -1.58 194.42 lt/m<sup>3</sup>

Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	301.54 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	194.42 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	636.68 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1171.80 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2304.44 Kg/m <sup>3</sup>

Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.11	3.89	27.40

Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	27.40 lts/saco
Agregado fino	89.74 kg/saco
Agregado grueso	165.16 kg/saco

Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam. = .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	301.54	x	0.08	=	24.12	kg
Agua efectiva	194.42	x	0.08	=	15.55	kg
Agregado fino	636.68	x	0.08	=	50.93	kg
Agregado grueso	1171.80	x	0.08	=	93.74	kg
			total	=	184.36	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 53% de su eficiencia.

Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1516.41 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1673.34 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 43.33 kg/pie3  
Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.81 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	2.07
Agregado grueso humedo	( kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos )	3.45
Agua efectiva		27.40

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.07	3.45	27.40

**DISEÑO DE MEZCLA PARA**  
**RELACIÓN  $a/c = 0.70$**

---

**M - C**



## MEZCLA C - 1

---

MF 1 = 5.38

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C =

0.70

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	1.40
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m3
----------	------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua =                    196.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) =                    0.700

C =

a	196.000
0.700	0.700

Cantidad de Cemento        =                    280.000 Kg/m3

Porcentaje de aire atrapado =                    1%

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.090	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m3
-	Aire		0.010	m3
Volumen de Pasta =				0.296 m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.38

Agregado Fino        =                    39.000 %  
Agregado Grueso        =                    61.000 %  
Volumen de Agregado total =                    ( 1 - Vol. Pasta ) =                    0.704    m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino        =                    (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) =                    0.275 m3  
Volumen Absoluto del Agregado Grueso        =                    (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) =                    0.430 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino        =                    ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000        =                    705.876 Kg/m3  
Agregado Grueso        =                    ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000        =                    1108.359 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	280.000 Kg/m3
Agua	196.000 Kg/m3
Agregado Fino	705.876 Kg/m3
Agregado Grueso	1108.359 Kg/m3
Total Materiales =	2290.235 Kg/m3

Relación                    Fino/Grueso        =                    0.637  
Relación                    Agr./Cem.        =                    6.479

1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Peso Humedo :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 715.76 Kg/m3  
Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1111.68 Kg/m3

Humedad Superficial :

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 0.86 %  
Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.28 %

Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 6.07 lt/m3  
Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -3.10 lt/m3

Aporte de Humedad del agregado 2.97 lt/m3

Agua Efectiva = 196 + -2.97 193.03 lt/m3

Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	280.00	Kg/m3
Agua	193.03	Kg/m3
Agregado Fino	715.76	Kg/m3
Agregado Grueso	1111.68	Kg/m3
Total Materiales =	2300.48	Kg/m3

Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.56	3.97	29.30

Proporción por sacos

Cemento	42.50	kg/saco
Agua efectiva	29.30	lts/saco
Agregado fino	108.64	kg/saco
Agregado grueso	168.74	kg/saco

Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 dias y 14 dias y 6 a los 28 dias. Vo 0.08 m3

Cemento	280.00	x	0.08	=	22.40	kg
Agua efectiva	193.03	x	0.08	=	15.44	kg
Agregado fino	715.76	x	0.08	=	57.26	kg
Agregado grueso	1111.68	x	0.08	=	88.93	kg
			total	=	184.04	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1514.92 kg/m3  
 PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelto seco ) / 35 = 43.28 kg/pie3  
 Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelto seco ) / 35 = 47.86 kg/pie3

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	2.51
Agregado grueso humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	3.53
Agua efectiva		29.30

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.51	3.53	29.30

## MEZCLA C - 2

---

MF base2 = 5.48

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

DISEÑO DE MEZCLA PARA RELACIONES A/C = 0.70

### Especificaciones para el diseño.

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

### Propiedades Físicas de los Materiales

#### AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	1.60
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

#### AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga )

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.35
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

#### CEMENTO

Peso específico	3.12
-----------------	------

#### AGUA

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

#### Consideraciones de diseño:

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.700

MEZCLA

M-C-2

### 1.1 ESTIMACION DEL VOLUMEN UNITARIO DE AGUA- (Tabla I)

Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m<sup>3</sup>

### 1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a/c) = 0.700

C =

a	196.000
0.700	0.700

Cantidad de Cemento = 280.000 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 1%

### 1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

- Cemento	W cemento/ (Peso Especifico Cemento x 1000) =	0.090	m <sup>3</sup>
- Agua	W agua/ (Peso Especifico agua x 1000) =	0.196	m <sup>3</sup>
- Aire		=	0.010 m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =		0.296	m <sup>3</sup>

### 1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

#### 1.4.1 Para un Módulo de Finura = 5.48

Agregado Fino = 37.000 %

Agregado Grueso = 63.000 %

Volumen de Agregado total = (1 - Vol. Pasta) = 0.704 m<sup>3</sup>

#### Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino) = 0.261 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso) = 0.444 m<sup>3</sup>

#### Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa)x1000 = 669.677 Kg/m<sup>3</sup>

Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa)x1000 = 1144.698 Kg/m<sup>3</sup>

#### Cantidad de Materiales

Cemento	280.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	196.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	669.677 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1144.698 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2290.376 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.585

Relación Agr/Cem. = 6.480



## 1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

### Peso Humedo :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 680.39 Kg/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1148.70 Kg/m<sup>3</sup>

### Humedad Superficial :

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 1.06 %  
 Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.23 %

### Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) = 7.10 l/m<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -2.63 l/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado = 4.47 l/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 - 4.47 = 191.53 l/m<sup>3</sup>

### Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	280.00 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	191.53 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	680.39 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1148.70 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2300.63 Kg/m <sup>3</sup>

### Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.43	4.10	29.07

### Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	29.07 lts/saco
Agregado fino	103.27 kg/saco
Agregado grueso	174.36 kg/saco

### Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo = 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	280.00	x	0.08	=	22.40	kg
Agua efectiva	191.53	x	0.08	=	15.32	kg
Agregado fino	680.39	x	0.08	=	54.43	kg
Agregado grueso	1148.70	x	0.08	=	91.90	kg
			total	=	184.05	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora (de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1517.90 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.85 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 43.37 kg/pie3  
Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.88 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemenio 1.0 pies cúbicos. 1.00  
Agregado fino humedo (kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos ) 2.38  
Agregado grueso humedo (kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos ) 3.64  
Agua efectiva 29.07

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.38	3.64	29.07

## MEZCLA C - 3

---

MF 1 = 5.59

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA = 196 lts/m<sup>3</sup>

**Especificaciones para el diseño.**

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

**Propiedades Físicas de los Materiales****AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )**

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	1.50
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

**AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).**

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.35
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

**CEMENTO**

Peso específico	3.12
-----------------	------

**AGUA**

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

**Consideraciones de diseño:**

Se tendrán 3 diseños para cada relación a/c, en función de los tres modulos de finura global, que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base = 5.48, mf1 = 5.38, mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN  $A/C = 0.700$ 

MEZCLA

M-C-3

**1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )**Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m<sup>3</sup>**1.2 CONTENIDO DE CEMENTO** $R(a/c) = 0.700$ 

C =

a	196.000
0.700	0.700

Cantidad de Cemento = 280.000 Kg/m<sup>3</sup>

Porcentaje de aire atrapado = 0.010

**1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO**

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.090	m <sup>3</sup>
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m <sup>3</sup>
-	Aire	=	0.010	m <sup>3</sup>
Volumen de Pasta =				0.296 m <sup>3</sup>

**1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO****1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.59**

Agregado Fino = 35.000 %

Agregado Grueso = 65.000 %

Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.704 m<sup>3</sup>**Volumen Absoluto de los Agregados :**Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.246 m<sup>3</sup>Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.458 m<sup>3</sup>**Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )**Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 633.479 Kg/m<sup>3</sup>Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1181.038 Kg/m<sup>3</sup>**Cantidad de Materiales**

Cemento	280.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	196.000 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	633.479 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1181.038 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2290.517 Kg/m <sup>3</sup>

Relación Fino/Grueso = 0.536

Relación Agr./Cem. = 6.460

1.5 CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Peso Humedo :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 642.98 Kg/m3  
Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1185.17 Kg/m3

Humedad Superficial :

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 0.96 %  
Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.23 %

Aporte de Humedad del Agregado :

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 6.08 lt/m3  
Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -2.72 lt/m3

Aporte de Humedad del agregado 3.37 lt/m3

Agua Efectiva = 196 + -3.37 192.63 lt/m3

Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :

Cemento	280.00 Kg/m3
Agua	192.63 Kg/m3
Agregado Fino	642.98 Kg/m3
Agregado Grueso	1185.17 Kg/m3
Total Materiales =	2300.79 Kg/m3

Proporción en Peso

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.30	4.23	29.24

Proporción por sacos

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	29.24 lts/saco
Agregado fino	97.60 kg/saco
Agregado grueso	179.89 kg/saco

Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 dias y 14 dias y 6 a los 28 dias. Vo 0.08 m3

Cemento	280.00	x	0.08	=	22.40	kg
Agua efectiva	192.63	x	0.08	=	15.41	kg
Agregado fino	642.98	x	0.08	=	51.44	kg
Agregado grueso	1185.17	x	0.08	=	94.81	kg
			total	=	184.06	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

**Proporción en Volúmen**

PU. Agregado fino húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1516.41 kg/m<sup>3</sup>  
 PU. Agregado Grueso húmedo = (Peso unitario suelto seco) x % Humedad = 1675.85 kg/m<sup>3</sup>

**Pesos en pies Cúbicos**

Agregado Fino = (Peso unitario A.F. suelto seco) / 35 = 43.33 kg/pie<sup>3</sup>  
 Agregado Grueso = (Peso unitario A.G. suelto seco) / 35 = 47.88 kg/pie<sup>3</sup>

**Cantidad de Materiales por Volumen**

Cemento 1.0 pies cúbicos. 1.00  
 Agregado fino humedo (kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos ) 2.25  
 Agregado grueso humedo (kg/saco) / ( peso enn pies cúbicos ) 3.76  
 Agua efectiva 29.24

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.25	3.76	29.24

# RESUMEN DE LOS DISEÑOS DEFINITIVOS ( Peso seco )

( Cantidad de Materiales por metro cúbico.)

RELACIÓN A/C = 0.60			
Diseños Materiales.	M - A - 4 MF = 5.38	M - A - 5 MF = 5.48	M - A - 6 MF = 5.59
CEMENTO	326.66	326.67	326.67
AGUA	196.00	196.00	196.00
ARENA	690.89	655.45	620.03
PIEDRA	1084.82	1120.38	1155.96
PESO TOTAL	2298.37	2298.50	2298.65

RELACIÓN A/C = 0.65			
Diseños Materiales.	M - B - 1 MF = 5.38	M - B - 2 MF = 5.48	M - B - 3 MF = 5.59
CEMENTO	301.54	301.54	301.54
AGUA	196.00	196.00	196.00
ARENA	698.95	663.11	627.26
PIEDRA	1097.50	1133.48	1169.46
PESO TOTAL	2293.99	2294.13	2294.26

RELACIÓN A/C = 0.70			
Diseños Materiales.	M - C - 1 MF = 5.38	M - C - 2 MF = 5.48	M - C - 3 MF = 5.59
CEMENTO	280.00	280.00	280.00
AGUA	196.00	196.00	196.00
ARENA	705.87	669.67	633.47
PIEDRA	1108.36	1144.69	1181.04
PESO TOTAL	2290.23	2290.36	2290.51



#### 4.4. Resultado de las propiedades del concreto en estado fresco.

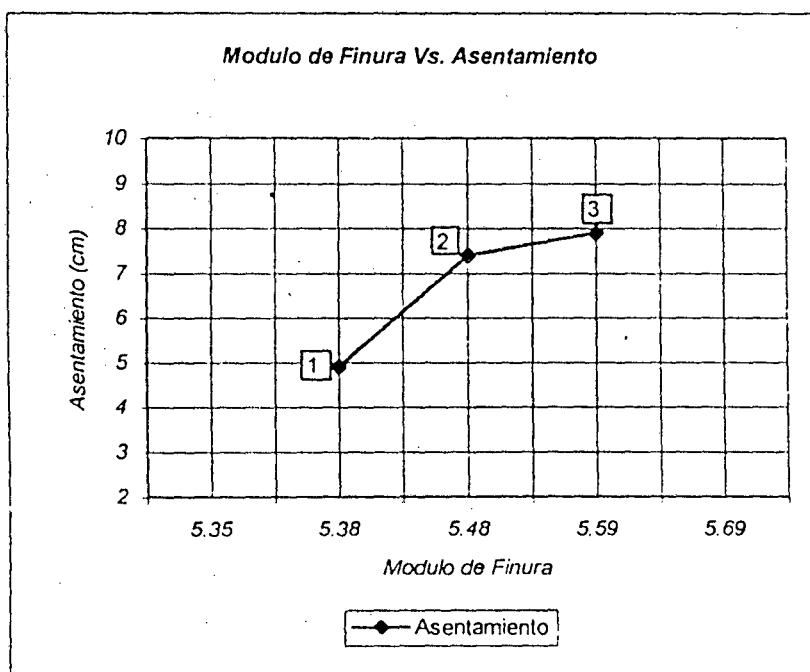
Se presentan tres gráficos , que relacionan el Asentamiento Vs. Módulo de Finura Global para cada relación agua / cemento , con el propósito de apreciar como se comportan las dos variables y determinar para que MFG , obtenemos asentamientos satisfactorios.

- Curva 01  $R_{a/c} = 0.60$  : Módulo de Finura Global Vs. Asentamiento en cm.
- Curva 02  $R_{a/c} = 0.65$  : Módulo de Finura Global Vs. Asentamiento en cm.
- Curva 03  $R_{a/c} = 0.70$  : Módulo de Finura Global Vs. Asentamiento en cm.

### Grafico Asentamiento Vs. Modulo de Finura

Relación a/c = 0.60

Leyenda	Diseño	Modulo de Finura	Asentamiento
		5.35	
1	M-A-4	5.38	4.9
2	M-A-5	5.48	7.4
3	M-A-6	5.59	7.9
		5.69	



#### LEYENDA

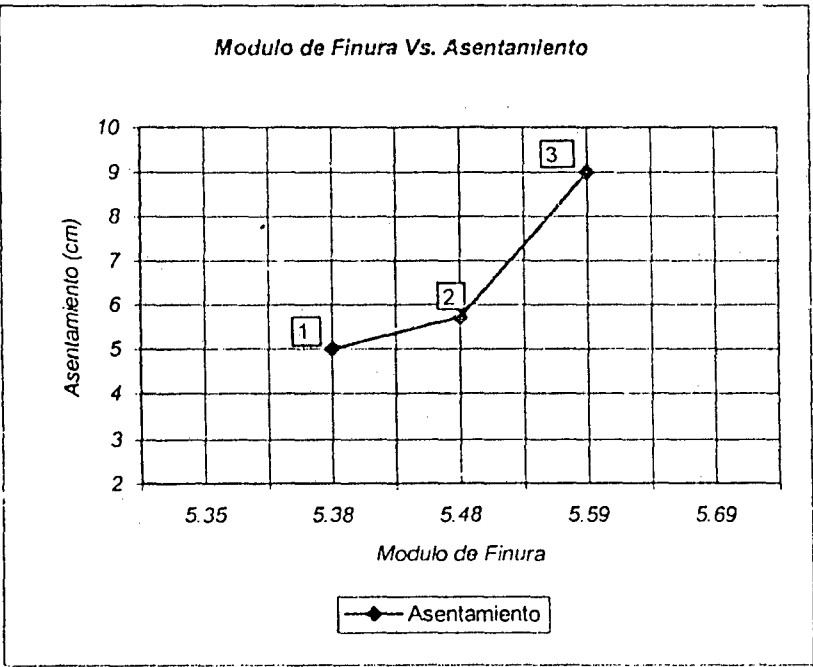
Diseño 02 , es el diseño base ( posible mejor combinación )

Diseño 01 y 03 , diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño

Grafico Asentamiento Vs. Modulo de Finura  
Relación a/c = 0.65

Leyenda	Diseño	Modulo de Finura	Asentamiento
		5.35	
1	M-B-1	5.38	5.00
2	M-B-2	5.48	5.70
3	M-B-3	5.59	9.00
		5.69	



LEYENDA

Diseño 02 , es el diseño base ( posible mejor combinación )

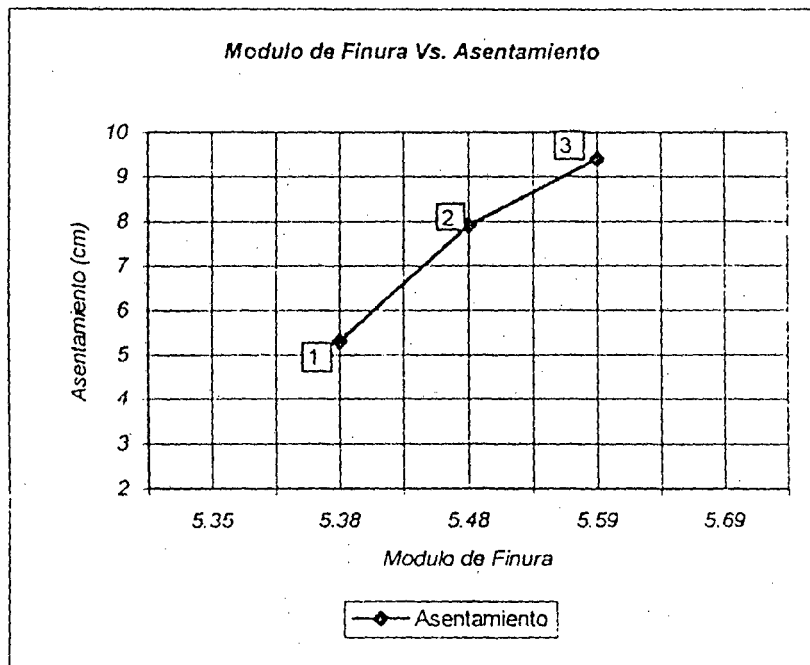
Diseño 01 y 03 , diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño

GRAFICO ( 25 ). ASENTAMIENTO Vs. MFG, Para R(A/C) = 0.65

Gráfico Asentamiento Vs. Módulo de Finura  
Relación a/c = 0.70

Leyenda	Diseño	Módulo de Finura	Asentamiento
		5.35	
1	M-C-1	5.38	5.30
2	M-C-2	5.48	7.90
3	M-C-3	5.59	9.40
		5.69	



#### LEYENDA

Diseño 02 , es el diseño base ( posible mejor combinación )

Diseño 01 y 03 , diseños aleternativos cambiando el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño

## RESULTADO DE LOS ENSAYOS PARA CONCRETO FRESCO

DISEÑO	Relacion A/C	MODULO DE FINURA GLOBAL	AGUA DE DISEÑO LTS/M3	ASENTAMIENTO cm	Peso del agregado fino en la condición que se usa	Peso del agregado grueso en la condición que se usa	Número de bolsas de cemento por mezcla	Peso total del agua de mezcla kg	Peso unitario del concreto fresco	Volumen de concreto producido por mezcla	Rendimiento m3/saco	Factor cemento bl/m3	Contenido de aire %
M-A-1	0.60	5.38	173.00	0.00									
M-A-2	0.60	5.38	215.00	9.50	55.00	83.36	0.675	15.65	2312.4	0.0790	0.117	8.54	0.63
M-A-3	0.60	5.38	203.00	6.50	56.53	85.69	0.637	14.65	2329.6	0.0790	0.124	8.07	0.63
M-A-4	0.60	5.38	196.00	4.80	57.43	87.05	0.615	14.07	2335.9	0.0791	0.129	7.78	0.80
M-A-5*	0.60	5.48	203.00	10.90	53.63	88.50	0.637	14.75	2318.3	0.0793	0.125	8.03	1.00
M-A-5**	0.60	5.48	190.00	3.80	55.21	91.10	0.596	13.67	2323.8	0.0797	0.134	7.47	1.50
M-A-5	0.60	5.48	196.00	7.40	54.46	89.90	0.615	14.17	2330	0.0793	0.129	7.76	0.90
M-A-6	0.60	5.59	196.00	8.00	51.34	92.75	0.615	14.47	2310	0.0800	0.130	7.69	1.50
M-B-1	0.65	5.38	196.00	5.00	57.37	88.06	0.567	14.77	2322.14	0.0794	0.140	7.14	0.63
M-B-2	0.65	5.48	196.00	5.70	53.84	90.86	0.567	15.52	2307.7	0.0799	0.141	7.10	0.63
M-B-3	0.65	5.59	196.00	9.00	50.93	93.74	0.567	15.55	2308.1	0.0799	0.141	7.10	0.62
M-C-1	0.70	5.38	196.00	5.30	57.26	88.93	0.527	15.44	2305	0.0798	0.151	6.60	0.62
M-C-2	0.70	5.48	196.00	8.00	54.43	91.90	0.527	15.32	2308.9	0.0797	0.151	6.61	0.40
M-C-3	0.70	5.59	196.00	9.40	51.44	94.81	0.527	15.41	2301.2	0.0800	0.152	6.59	0.90

CUADRO (19). RESULTADOS DE LOS ENSAYOS PARA CONCRETO FRESCO

#### 4.5 Resultado de las propiedades del concreto en estado Endurecido.

En esta sección se presentan los resultados de las roturas de probetas obtenidas en laboratorio para cada diseño de mezcla, promediando tres testigos, para 7 y 14 días y promediando 6 testigos para 28 días.

En base a estos resultados se relaciona gráficamente el Módulo de Finura Global Vs. La resistencia a la compresión obtenida a los 28 días, para cada relación agua / cemento, a efectos de determinar con que MFG obtenemos mayores resistencias.

En el segundo gráfico se correlacionan las variables Resistencia a la compresión Vs. Relación agua/ cemento , para cada uno de los Módulos de Finura Globales , a efectos de determinar para que relaciones agua / cemento , obtenemos resistencias de 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup> , 245 kg/cm<sup>2</sup> y 300 kg/cm<sup>2</sup>, para ajustar una curva a los valores graficados y correlacionarlos se utilizo el modelo estadístico de una regresión del tipo potencial (  $y = a X^b$  ) puesto que la dispersión de los puntos adopta esta forma.

En el tercer gráfico se evalúa la evolución de la resistencia del concreto para 7, 14 y 28 días, de tal manera que podamos apreciar el comportamiento con el tipo de cemento utilizado.

En el cuarto gráfico se presenta la relación de la Resistencia a compresión del concreto Vs. La relación agregado/cemento, con el propósito de tener valores que nos sirva como referencia para otros posibles diseños desarrollados con esta cantera.

# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 2**

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales García

Lugar de rotura : Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxAL kg/cm2
A - 2 - 1	12985	182.41	0.6	17500	90.53	1.6446	7 días	148.89
A - 2 - 2	12670	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 2 - 3	12897	182.41	0.6	17250	89.28	1.6446	7 días	146.84
A - 2 - 4	12792	182.41	0.6	24750	126.72	1.6446	14 días	208.40
A - 2 - 5	12911	182.41	0.6	24500	125.47	1.6446	14 días	206.35
A - 2 - 6	12985	182.41	0.6	25250	129.21	1.6446	14 días	212.50
A - 2 - 7	12901	182.41	0.6	27000	137.95	1.6446	28 días	226.87
A - 2 - 8	12931	182.41	0.6	27500	140.44	1.6446	28 días	230.97
A - 2 - 9	12900	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08
A - 2 - 10	12336	182.41	0.6	27200	138.95	1.6446	28 días	228.51
A - 2 - 11	12856	182.41	0.6	27750	141.69	1.6446	28 días	233.02
A - 2 - 12	12830	182.41	0.6	27100	138.45	1.6446	28 días	227.69

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 2	149.57	209.08	230.36	12792.33
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	64.93	90.77	100.00	

CUADRO (20). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 2

# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA A - 3**

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA (Kg)	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxAL kg/cm2
A - 3 - 1	13244	182.41	0.6	17400	90.03	1.6446	7 días	148.07
A - 3 - 2	13058	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 3 - 3	12894	182.41	0.6	17000	88.04	1.6446	7 días	144.79
A - 3 - 4	13261	182.41	0.6	21650	111.25	1.6446	14 días	182.95
A - 3 - 5	12789	182.41	0.6	21500	110.50	1.6446	14 días	181.72
A - 3 - 6	12934	182.41	0.6	20900	107.50	1.6446	14 días	176.80
A - 3 - 7	13260	182.41	0.6	29500	150.42	1.6446	28 días	247.39
A - 3 - 8	12920	182.41	0.6	30500	155.42	1.6446	28 días	255.60
A - 3 - 9	12536	182.41	0.6	28900	147.43	1.6446	28 días	242.46
A - 3 - 10	13060	182.41	0.6	28500	145.43	1.6446	28 días	239.18
A - 3 - 11	12988	182.41	0.6	31500	160.41	1.6446	28 días	263.80
A - 3 - 12	13178	182.41	0.6	29500	150.42	1.6446	28 días	247.39

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 3	148.62	180.49	249.30	12990.33
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	59.61	72.40	100.00	

CUADRO (21). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 3



# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA A - 4**

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 4 - 1	13244	182.41	0.6	17250	89.28	1.6446	7 días	146.84
A - 4 - 2	13361	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 4 - 3	13001	182.41	0.6	19250	99.27	1.6446	7 días	163.25
A - 4 - 4	13261	182.41	0.6	20250	104.26	1.6446	14 días	171.46
A - 4 - 5	12789	182.41	0.6	20250	104.26	1.6446	14 días	171.46
A - 4 - 6	12934	182.41	0.6	27250	139.19	1.6446	14 días	228.92
A - 4 - 7	13260	182.41	0.6	27250	139.19	1.6446	28 días	228.92
A - 4 - 8	13178	182.41	0.6	27500	140.44	1.6446	28 días	230.97
A - 4 - 9	12896	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08
A - 4 - 10	12996	182.41	0.6	27750	141.69	1.6446	28 días	233.02
A - 4 - 11	13100	182.41	0.6	27750	141.69	1.6446	28 días	233.02
A - 4 - 12	13178	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 4	154.36	190.61	232.68	13101.33
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	66.34	81.92	100.00	

CUADRO (22). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 4

# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA A - 5\***

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 5* - 1	13114	182.41	0.6	19000	98.02	1.6446	7 días	161.20
A - 5* - 2	12990	182.41	0.6	19000	98.02	1.6446	7 días	161.20
A - 5* - 3	13205	182.41	0.6	18750	96.77	1.6446	7 días	159.15
A - 5* - 4	13165	182.41	0.6	25750	131.71	1.6446	14 días	216.61
A - 5* - 5	13005	182.41	0.6	26250	134.20	1.6446	14 días	220.71
A - 5* - 6	13246	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	14 días	218.66
A - 5* - 7	13123	182.41	0.6	30250	154.17	1.6446	28 días	253.54
A - 5* - 8	13160	182.41	0.6	30000	152.92	1.6446	28 días	251.49
A - 5* - 9	13045	182.41	0.6	32500	165.40	1.6446	28 días	272.01
A - 5* - 10	13326	182.41	0.6	30000	152.92	1.6446	28 días	251.49
A - 5* - 11	13280	182.41	0.6	33500	170.39	1.6446	28 días	280.22
A - 5* - 12	13198	182.41	0.6	29500	150.42	1.6446	28 días	247.39

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 5*	160.52	218.66	259.36	13188.67
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	61.89	84.31	100.00	

CUADRO (23). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 5\*

**RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA A - 5\*\***

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA (Kg)	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxAL kg/cm2
A - 5** - 1	13205	182.41	0.6	16500	85.54	1.6446	7 días	140.68
A - 5** - 2	12995	182.41	0.6	16250	84.29	1.6446	7 días	138.63
A - 5** - 3	13005	182.41	0.6	16750	86.79	1.6446	7 días	142.73
A - 5** - 4	12985	182.41	0.6	24000	122.97	1.6446	14 días	202.24
A - 5** - 5	13100	182.41	0.6	24250	124.22	1.6446	14 días	204.30
A - 5** - 6	13125	182.41	0.6	24000	122.97	1.6446	14 días	202.24
A - 5** - 7	13120	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	28 días	218.66
A - 5** - 8	12920	182.41	0.6	25900	132.46	1.6446	28 días	217.84
A - 5** - 9	12975	182.41	0.6	25750	131.71	1.6446	28 días	216.61
A - 5** - 10	13185	182.41	0.6	26500	135.45	1.6446	28 días	222.76
A - 5** - 11	13080	182.41	0.6	25750	131.71	1.6446	28 días	216.61
A - 5** - 12	12895	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	28 días	218.66

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 5**	140.68	202.93	218.52	13029.17
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	64.38	92.86	100.00	

CUADRO (24). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 5\*\*

# UNSM-ETC - Tecnología del Concreto **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA A - 5**

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 5 - 1	12950	182.41	0.6	17500	90.53	1.6446	7 días	148.89
A - 5 - 2	13020	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 5 - 3	1384	182.41	0.6	17000	88.04	1.6446	7 días	144.79
A - 5 - 4	13095	182.41	0.6	23000	117.98	1.6446	14 días	194.03
A - 5 - 5	13122	182.41	0.6	22250	114.24	1.6446	14 días	187.88
A - 5 - 6	12910	182.41	0.6	22500	115.49	1.6446	14 días	189.93
A - 5 - 7	12900	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08
A - 5 - 8	12972	182.41	0.6	26500	135.45	1.6446	28 días	222.76
A - 5 - 9	12945	182.41	0.6	29000	147.93	1.6446	28 días	243.28
A - 5 - 10	12930	182.41	0.6	26500	135.45	1.6446	28 días	222.76
A - 5 - 11	12950	182.41	0.6	27500	140.44	1.6446	28 días	230.97
A - 5 - 12	13100	182.41	0.6	26250	134.20	1.6446	28 días	220.71

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 5	148.89	190.61	229.26	12966.17
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	64.94	83.14	100.00	

CUADRO (25). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 5

# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA A - 6**

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXAL kg/cm2
A - 6 - 1	12911	182.41	0.6	14500	75.56	1.6446	7 días	124.27
A - 6 - 2	12998	182.41	0.6	14000	73.06	1.6446	7 días	120.16
A - 6 - 3	13058	182.41	0.6	14250	74.31	1.6446	7 días	122.21
A - 6 - 4	12967	182.41	0.6	19000	98.02	1.6446	14 días	161.20
A - 6 - 5	13135	182.41	0.6	19250	99.27	1.6446	14 días	163.25
A - 6 - 6	12864	182.41	0.6	18750	96.77	1.6446	14 días	159.15
A - 6 - 7	12845	182.41	0.6	24000	122.97	1.6446	28 días	202.24
A - 6 - 8	12755	182.41	0.6	25000	127.97	1.6446	28 días	210.45
A - 6 - 9	12800	182.41	0.6	23750	121.73	1.6446	28 días	200.19
A - 6 - 10	13098	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	28 días	218.66
A - 6 - 11	12875	182.41	0.6	24500	125.47	1.6446	28 días	206.35
A - 6 - 12	13000	182.41	0.6	25000	127.97	1.6446	28 días	210.45

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA A - 6	122.21	161.20	208.06	12895.50
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	58.74	77.48	100.00	

CUADRO (26). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS A - 6

**RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA B - 1**

Hecho por :

Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA (Kg)	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXAL kg/cm2
B - 1 - 1	12851	182.41	0.65	15000	78.06	1.6446	7 días	128.37
B - 1 - 2	13073	182.41	0.65	14500	75.56	1.6446	7 días	124.27
B - 1 - 3	12977	182.41	0.65	15000	78.06	1.6446	7 días	128.37
B - 1 - 4	13019	182.41	0.65	18500	95.52	1.6446	14 días	157.10
B - 1 - 5	12912	182.41	0.65	18250	94.28	1.6446	14 días	155.05
B - 1 - 6	12789	182.41	0.65	18500	95.52	1.6446	14 días	157.10
B - 1 - 7	13058	182.41	0.65	23750	121.73	1.6446	28 días	200.19
B - 1 - 8	12810	182.41	0.65	22750	116.74	1.6446	28 días	191.98
B - 1 - 9	12945	182.41	0.65	23000	117.98	1.6446	28 días	194.03
B - 1 - 10	13104	182.41	0.65	24000	122.97	1.6446	28 días	202.24
B - 1 - 11	13057	182.41	0.65	24525	125.59	1.6446	28 días	206.55
B - 1 - 12	12748	182.41	0.65	22750	116.74	1.6446	28 días	191.98

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA B - 1	127.00	156.41	197.83	12953.67
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	64.20	79.06	100.00	

CUADRO (27). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS B - 1

**RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA B - 2**

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales García

Lugar : Laboratorio : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( lbs )	CALIBRACIÓN	Conversión de carga a Kg	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxAL kg/cm2
B - 2 - 1	12951	182.41	0.65	47250	-	21477.27	7 días	117.74
B - 2 - 2	12915	182.41	0.65	47250	-	21477.27	7 días	117.74
B - 2 - 3	12960	182.41	0.65	46750	-	21250.00	7 días	116.50
B - 2 - 4	12965	182.41	0.65	62000	-	28181.82	14 días	154.50
B - 2 - 5	12938	182.41	0.65	62000	-	28181.82	14 días	154.50
B - 2 - 6	12867	182.41	0.65	62500	-	28409.09	14 días	155.74
B - 2 - 7	12988	182.41	0.65	78000	-	35454.55	28 días	194.37
B - 2 - 8	12946	182.41	0.65	78250	-	35568.18	28 días	194.99
B - 2 - 9	12912	182.41	0.65	77000	-	35000.00	28 días	191.88
B - 2 - 10	12910	182.41	0.65	79250	-	36022.73	28 días	197.48
B - 2 - 11	12964	182.41	0.65	78250	-	35568.18	28 días	194.99
B - 2 - 12	12960	182.41	0.65	78500	-	35681.82	28 días	195.61

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA B - 2	117.33	154.91	194.89	12946.67
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	60.20	79.49	100.00	

CUADRO (28). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS B - 2

# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA B - 3**

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales Garcia

Lugar : Laboratorio : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA (lbs )	CALIBRACIÓN	Conversión de carga a Kg	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
B - 3 - 1	12869	182.41	0.65	46250	-	21022.73	7 días	115.25
B - 3 - 2	12915	182.41	0.65	46750	-	21250.00	7 días	116.50
B - 3 - 3	13027	182.41	0.65	46500	-	21136.36	7 días	115.87
B - 3 - 4	13044	182.41	0.65	59500	-	27045.45	14 días	148.27
B - 3 - 5	13032	182.41	0.65	59250	-	26931.82	14 días	147.64
B - 3 - 6	12974	182.41	0.65	59500	-	27045.45	14 días	148.27
B - 3 - 7	12814	182.41	0.65	75750	-	34431.82	28 días	188.76
B - 3 - 8	12824	182.41	0.65	76500	-	34772.73	28 días	190.63
B - 3 - 9	13000	182.41	0.65	76250	-	34659.09	28 días	190.01
B - 3 - 10	12850	182.41	0.65	75250	-	34204.55	28 días	187.51
B - 3 - 11	12805	182.41	0.65	75000	-	34090.91	28 días	186.89
B - 3 - 12	12890	182.41	0.65	75250	-	34204.55	28 días	187.51

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA B - 3	115.87	148.06	188.55	12863.83
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	61.45	78.52	100.00	

CUADRO (29). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS B - 3



# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA C - 1**

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales García

Lugar : Laboratorio : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

Fecha : Junio 2002

MEZCLA-	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( lbs )	CALIBRACIÓN	Conversión de carga a Kg	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
C - 1 - 1	12951	182.41	0.7	47750	-	21704.55	7 días	118.99
C - 1 - 2	12915	182.41	0.7	48000	-	21818.18	7 días	119.61
C - 1 - 3	12960	182.41	0.7	48000	-	21818.18	7 días	119.61
C - 1 - 4	12960	182.41	0.7	54500	-	24772.73	14 días	135.81
C - 1 - 5	12696	182.41	0.7	58000	-	26363.64	14 días	144.53
C - 1 - 6	12588	182.41	0.7	60750	-	27613.64	14 días	151.38
C - 1 - 7	13044	182.41	0.7	71250	-	32386.36	28 días	177.55
C - 1 - 8	12946	182.41	0.7	69750	-	31704.55	28 días	173.81
C - 1 - 9	13044	182.41	0.7	71000	-	32272.73	28 días	176.92
C - 1 - 10	13099	182.41	0.7	69250	-	31477.27	28 días	172.56
C - 1 - 11	13010	182.41	0.7	71500	-	32500.00	28 días	178.17
C - 1 - 12	12987	182.41	0.7	71250	-	32386.36	28 días	177.55

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA C - 1	119.40	143.91	176.09	13021.67
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	67.81	81.72	100.00	

CUADRO (30). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS C - 1

**RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA C - 2**

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales García

Lugar : Laboratorio : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( lbs )	CALIBRACIÓN	Conversión de carga a Kg	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
C - 2 - 1	12892	182.41	0.7	51000.00	-	23181.82	7 días	127.09
C - 2 - 2	12930	182.41	0.7	50000.00	-	22727.27	7 días	124.59
C - 2 - 3	12822	182.41	0.7	51000.00	-	23181.82	7 días	127.09
C - 2 - 4	12822	182.41	0.7	65750.00	-	29886.36	14 días	163.84
C - 2 - 5	12891	182.41	0.7	67500.00	-	30681.82	14 días	168.20
C - 2 - 6	12870	182.41	0.7	67500.00	-	30681.82	14 días	168.20
C - 2 - 7	12804	182.41	0.7	74500.00	-	33863.64	28 días	185.65
C - 2 - 8	12880	182.41	0.7	74000.00	-	33636.36	28 días	184.40
C - 2 - 9	12618	182.41	0.7	75000.00	-	34090.91	28 días	186.89
C - 2 - 10	12688	182.41	0.7	76500.00	-	34772.73	28 días	190.63
C - 2 - 11	12820	182.41	0.7	74000.00	-	33636.36	28 días	184.40
C - 2 - 12	12814	182.41	0.7	73750.00	-	33522.73	28 días	183.78

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA C - 2	126.26	166.75	185.96	12770.67
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	67.90	89.67	100.00	

CUADRO (31). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS C - 2

# **RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN LA MEZCLA C - 3**

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales García

Lugar : Laboratorio : Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( lbs )	CALIBRACIÓN	Conversión de carga a Kg	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxAL kg/cm2
C - 3 - 1	12898	182.41	0.7	49500	-	22500.00	7 días	123.35
C - 3 - 2	12854	182.41	0.7	48000	-	21818.18	7 días	119.61
C - 3 - 3	12905	182.41	0.7	49000	-	22272.73	7 días	122.10
C - 3 - 4	12951	182.41	0.7	60000	-	27272.73	14 días	149.51
C - 3 - 5	12890	182.41	0.7	61000	-	27727.27	14 días	152.01
C - 3 - 6	12910	182.41	0.7	61500	-	27954.55	14 días	153.25
C - 3 - 7	12940	182.41	0.7	73000	-	33181.82	28 días	181.91
C - 3 - 8	12918	182.41	0.7	71250	-	32386.36	28 días	177.55
C - 3 - 9	13026	182.41	0.7	73250	-	33295.45	28 días	182.53
C - 3 - 10	12960	182.41	0.7	72500	-	32954.55	28 días	180.66
C - 3 - 11	12938	182.41	0.7	72500	-	32954.55	28 días	180.66
C - 3 - 12	12898	182.41	0.7	71500	-	32500.00	28 días	178.17

PROMEDIO DE RESISTENCIAS OBTENIDAS	RESISTENCIA 7 DÍAS	RESISTENCIA 14 DÍAS	RES. 28 DÍAS	PESO PROM.
MEZCLA C - 3	121.69	151.59	180.25	12946.67
EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN %	67.51	84.10	100.00	

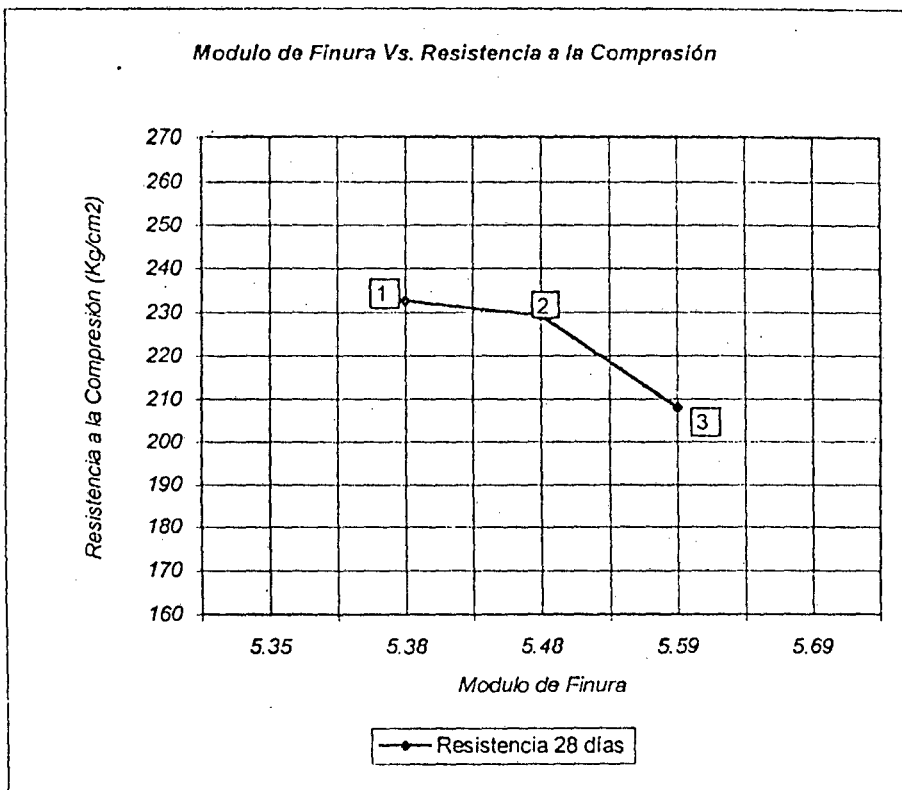
CUADRO (32). RESULTADOS DE LAS RESISTENCIAS A COMPRESIÓN PARA MEZCLAS C - 3

4.5.1 GRÁFICO MODULO DE FINURA Vs. RESITENCIA A COMPRESIÓN  
PARA  $R(A/C) = 0.60, 0.65, 0.70$

**Gráfico Resistencia Vs. Módulo de Finura**

Relación  $n/c = 0.60$

Leyenda	Diseño	Módulo de Finura	Resistencia 28 días
		5.35	
1	M-A-4	5.38	232.68
2	M-A-5	5.48	229.26
3	M-A-6	5.59	208.06
		5.69	



**LEYENDA**

Diseño 02, es el diseño base ( posible mejor combinación )

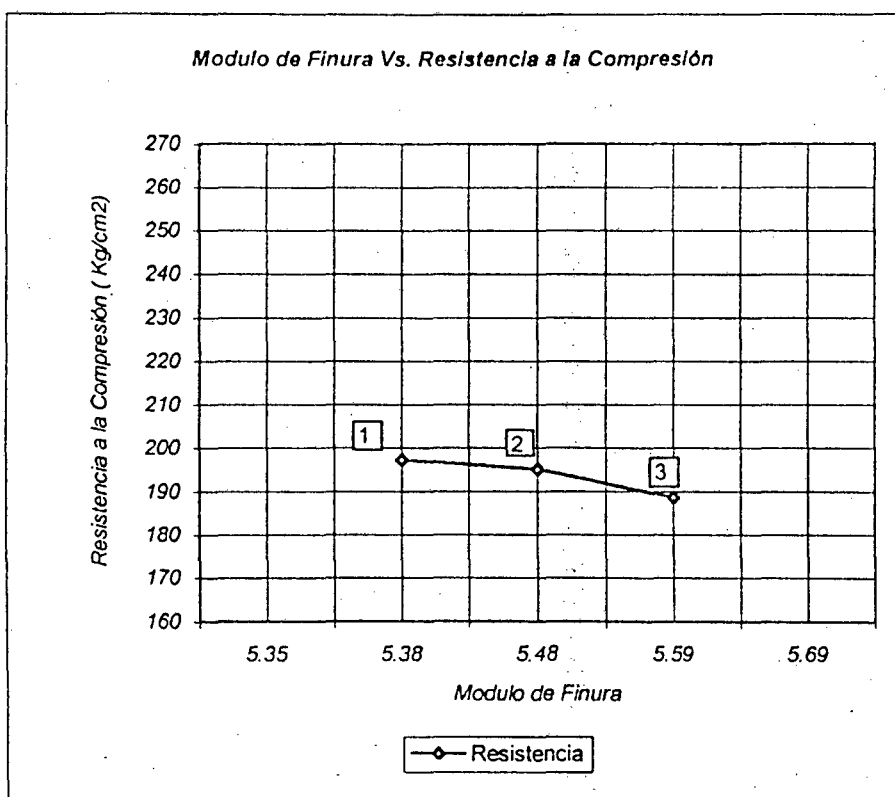
Diseño 01 y 03, diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.

Agua y cementa constantes en cada diseño

### Grafico Resistencia Vs. Modulo de Finura

Relación a/c = 0.65

Leyenda	Diseño	Modulo de Finura	Resistencia
		5.35	
1	M-B-1	5.38	197.00
2	M-B-2	5.48	194.89
3	M-B-3	5.59	188.55
		5.69	



#### LEYENDA

Diseño 02, es el diseño base ( posible mejor combinación )

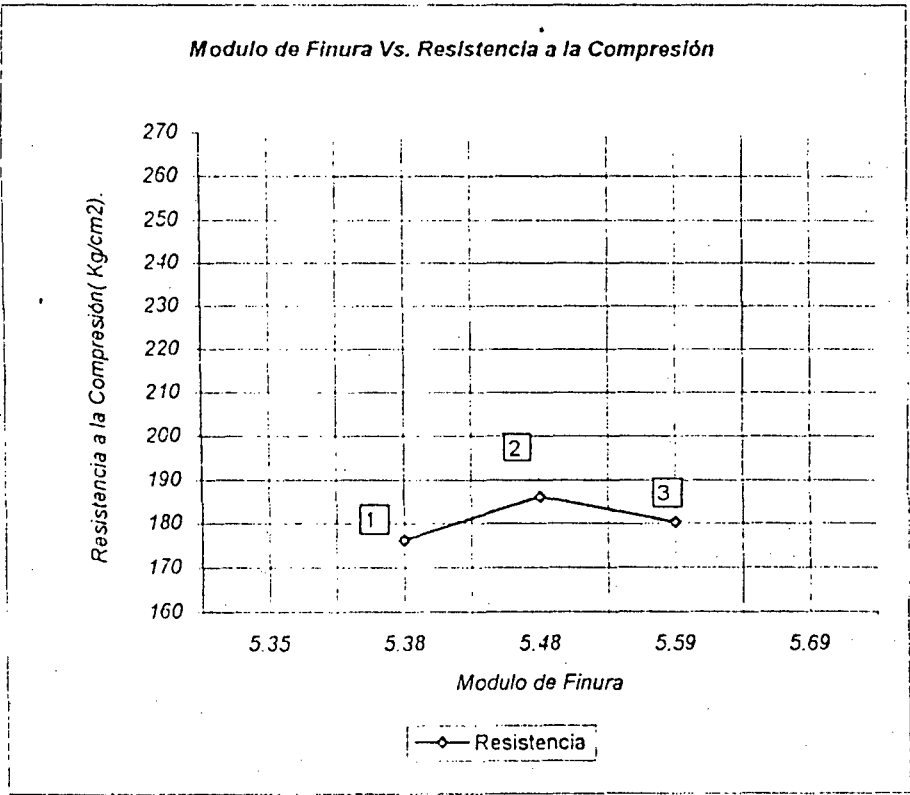
Diseño 01 y 03, diseños aleternativos cambiando el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño

GRAFICO ( 28 ). RESISTENCIA Vs. MFG, Para R(A/C) = 0.65

Grafico Resistencia Vs. Modulo de Finura  
Relación a/c = 0.70

Leyenda	Diseño	Modulo de Finura	Resistencia
		5.35	
1	M-C-1	5.38	176.09
2	M-C-2	5.48	185.96
3	M-C-3	5.59	180.25
		5.69	



LEYENDA

Diseño 02 , es el diseño base ( posible mejor combinación )

Diseño 01 y 03 , diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño

GRAFICO ( 29 ). RESISTENCIA Vs. MFG, Para R(A/C) = 0.70

#### 4.5.2 GRÁFICO RESITENCIA Vs. RELACIÓN ( AGUA / CEMENTO).



Análisis de regresión potencial ( $y = ax^b$ ), para relacionar ( Resist. Vs. R ( a/c ).)

- Para módulo de finura MF = 5.38

R ( a/c )	Resistencia compresión
0.60	232.68
0.65	197.83
0.70	176.09

$$N = 3$$

$$\Sigma \ln x = -1.298$$

$$\Sigma \ln y = 15.907$$

$$\Sigma \ln x^2 = 0.5737$$

$$\Sigma \ln y^2 = 84.39$$

$$\Sigma \ln x \cdot \Sigma \ln y = -6.905$$

$$\Sigma \ln x / n = -0.4327$$

$$\Sigma \ln y / n = 5.30$$

$$\Sigma \ln x \sigma n = 6.29E - 02$$

$$\Sigma \ln y \sigma n = 0.11413$$

$$\Sigma \ln x \sigma n - 1 = 7.71E - 02$$

$$\Sigma \ln y \sigma n - 1 = 0.1397$$

$$a = 91.831$$

$$b = -1.808$$

$$r = -0.9987 \quad \text{Coeficiente de correlación.}$$

$$\text{Ecuación : } y = 91.831 x^{-1.808}$$

CURVA EXPERIMENTAL PARA RELACIONAR LA RESISTENCIA A COMPRESION Y LA RELACIÓN AGUA CEMENTO PARA CADA M.F.

R a/c	Rest. A compresión en ( kg/cm2 ) a los 28 días	Modulo de finura Global	Arena	Piedra
0.55		5.38	39	61
0.60	232.6			
0.65	197.83			
0.70	176.09			

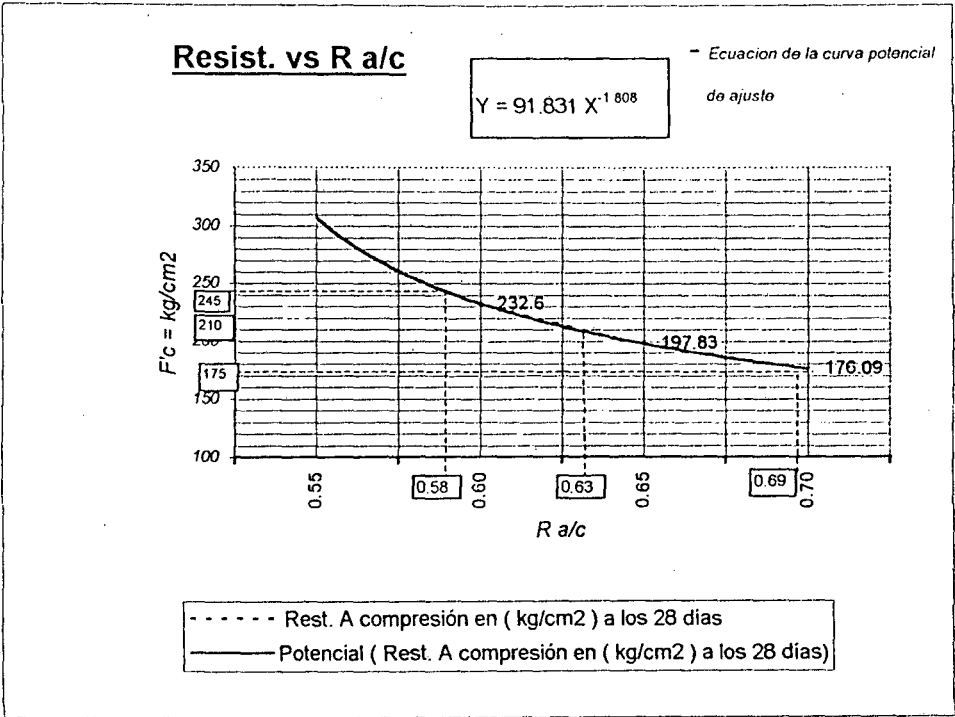


GRAFICO.( 30 ) RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs R(a/c), Para MFG = 5.38

De análisis de regresión potencial obtenemos :  $Y = 91.831 X^{-1.808}$

Despejamos la variable X y calculamos R (a/c) , para resistencias de 245 , 210 , 175 Kg/cm2.

$$X = (( 91.831 / Y ))^{1/1.808}$$

- Relación Agua / cemento para F'c = 300 Kg/cm2      R a/c =      0.52
- Relación Agua / cemento para F'c = 245 Kg/cm2      R a/c =      0.58
- Relación Agua / cemento para F'c = 210 Kg/cm2      R a/c =      0.63
- Relación Agua / cemento para F'c = 175 Kg/cm2      R a/c =      0.70

- Para módulo de finura MF = 5.48

R ( a/c )	Resistencia compresión
0.60	229.26
0.65	194.89
0.70	185.96

$$N = 3$$

$$\Sigma \ln x = -1.298$$

$$\Sigma \ln y = 15.932$$

$$\Sigma \ln x^2 = 0.5737$$

$$\Sigma \ln y^2 = 84.64$$

$$\Sigma \ln x \cdot \Sigma \ln y = -6.91$$

$$\Sigma \ln x / n = -0.432$$

$$\Sigma \ln y / n = 5.3109$$

$$\Sigma \ln x \sigma n = 6.294E - 02$$

$$\Sigma \ln y \sigma n = 0.08968$$

$$\Sigma \ln x \sigma n - 1 = 7.709E - 02$$

$$\Sigma \ln y \sigma n - 1 = 0.10984$$

$$a = 112.1025$$

$$b = -1.3668$$

$$r = -0.9292 \quad \text{Coeficiente de correlación.}$$

$$\text{Ecuación : } y = 112.1025 x^{-1.13668}$$

CURVA EXPERIMENTAL PARA RELACIONAR LA RESISTENCIA A COMPRESION Y LA RELACIÓN AGUA CEMENTO PARA CADA M.F.

R a/c	Rest. A compresión en ( kg/cm <sup>2</sup> ) a los 28 días	Modulo de finura Global	Arena	Piedra
0.55		5.48	37	63
0.60	229.26			
0.65	194.89			
0.70	185.96			

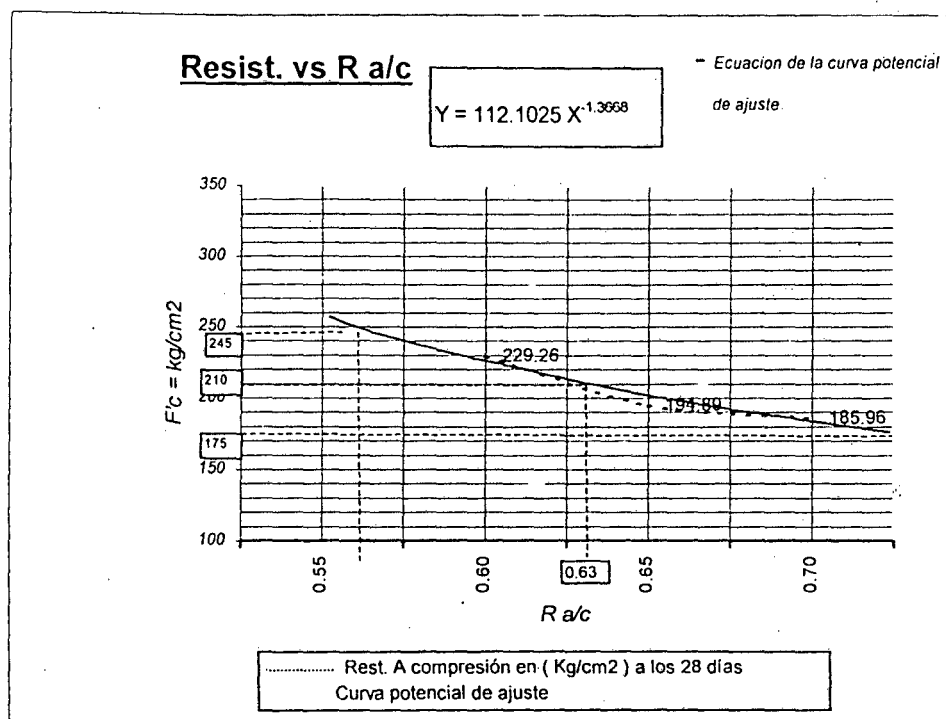


GRAFICO. ( 31 ) RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs R(a/c), Para MFG = 5.48

De análisis de regresión potencial obtenemos :  $Y = 112.1025 X^{-1.3668}$

Despejamos la variable X y calculamos R (a/c) , para resistencias de 245 , 210 , 175 Kg/cm<sup>2</sup>.

$$X = (( 112.102 / Y ))^{1/1.366}$$

- Relación Agua / cemento para F'c = 300 Kg/cm<sup>2</sup>      R a/c =      0.49
- Relación Agua / cemento para F'c = 245 Kg/cm<sup>2</sup>      R a/c =      0.56
- Relación Agua / cemento para F'c = 210 Kg/cm<sup>2</sup>      R a/c =      0.63
- Relación Agua / cemento para F'c = 175 Kg/cm<sup>2</sup>      R a/c =      0.72

- Para módulo de finura MF = 5.59

R ( a/c )	Resistencia compresión
0.60	208.06
0.65	188.55
0.70	180.25

$$N = 3$$

$$\Sigma \ln x = -1.298$$

$$\Sigma \ln y = 15.738$$

$$\Sigma \ln x^2 = 0.5737$$

$$\Sigma \ln y^2 = 82.924$$

$$\Sigma \ln x \cdot \Sigma \ln y = -6.836$$

$$\Sigma \ln x / n = -0.4327$$

$$\Sigma \ln y / n = 5.246$$

$$\Sigma \ln x \sigma n = 6.294E - 02$$

$$\Sigma \ln y \sigma n = 5.9915E - 02$$

$$\Sigma \ln x \sigma n - 1 = 7.709E - 02$$

$$\Sigma \ln y \sigma n - 1 = 7.33810E - 02$$

$$a = 128.078$$

$$b = -0.9347$$

$$r = -0.9966 \quad \text{Coeficiente de correlación.}$$

$$\text{Ecuación : } y = 128.078 x^{-0.9347}$$

CURVA EXPERIMENTAL PARA RELACIONAR LA RESISTENCIA A COMPRESION Y LA RELACIÓN AGUA CEMENTO PARA CADA M.F.

R a/c	Rest. A compresión en ( kg/cm2 ) a los 28 días	Modulo de finura Global	Arena	Piedra
0.55		5.59	35	65
0.60	208.06			
0.65	188.55			
0.70	180.25			

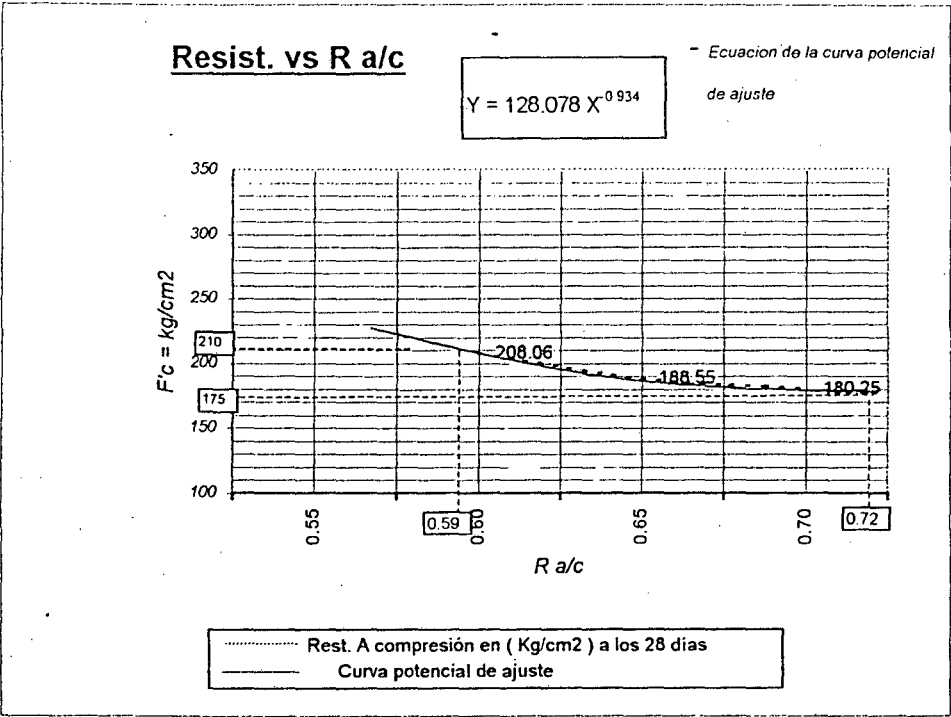


GRAFICO. ( 32 ) RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs R(a/c), Para MFG = 5.59

De análisis de regresión potencial obtenemos :  $Y = 128.078 X^{-0.9347}$

Despejamos la variable X y calculamos R (a/c) , para resistencias de 300, 245 , 210 , 175 Kg/cm2.

$$X = ((128.078 / Y))^{1/0.9347}$$

- Relación Agua / cemento para F'c = 300 Kg/cm2      R a/c =      0.4
- Relación Agua / cemento para F'c = 245 Kg/cm2      R a/c =      0.5
- Relación Agua / cemento para F'c = 210 Kg/cm2      R a/c =      0.59
- Relación Agua / cemento para F'c = 175 Kg/cm2      R a/c =      0.72

#### 4.5.3 GRÁFICO RESITENCIA A COMPRESIÓN Vs. EDAD EN DÍAS

## Grafico Resist. Compresión Vs. Tiempo en días

Relación a/c = 0.60

Edad en Días	Resistencia a compresión promedio Kg/cm <sup>2</sup>		
	Mf 1 = 5.38	Mf 2 = 5.48	Mf 3 = 5.59
0.00	0	0	0
7.00	154.36	148.89	122.21
14.00	190.61	190.61	161.20
21.00	210.00	205.00	180.00
28.00	232.68	229.26	208.06

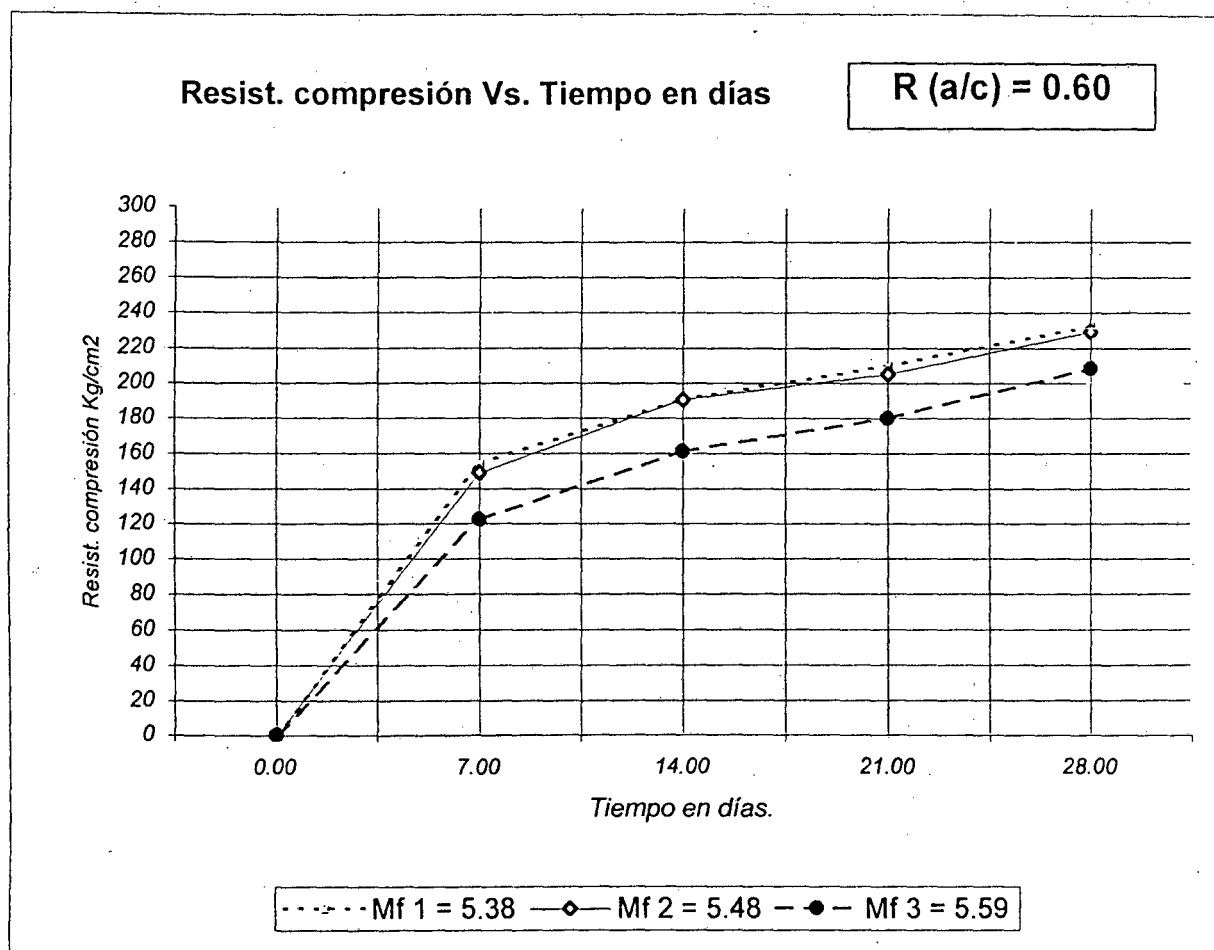


GRAFICO (33). RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. TIEMPO EN DÍAS PARA R(a/c) = 0.60

### LEYENDA

Diseño Mf2 , es el diseño base ( posible mejor combinación )

Diseño Mf3 y Mf4 , diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño



Grafico Resist. Compresión Vs. Tiempo en días  
Relación a/c = 0.65

Edad en Días	Resistencia a compresión promedio Kg/cm2		
	Mf 1 = 5.38	Mf 2 = 5.48	Mf 3 = 5.59
0.00	0	0	0
7.00	127.00	117.33	115.87
14.00	156.41	154.91	148.06
21.00	180.00	175.50	172.00
28.00	197.83	194.89	188.55

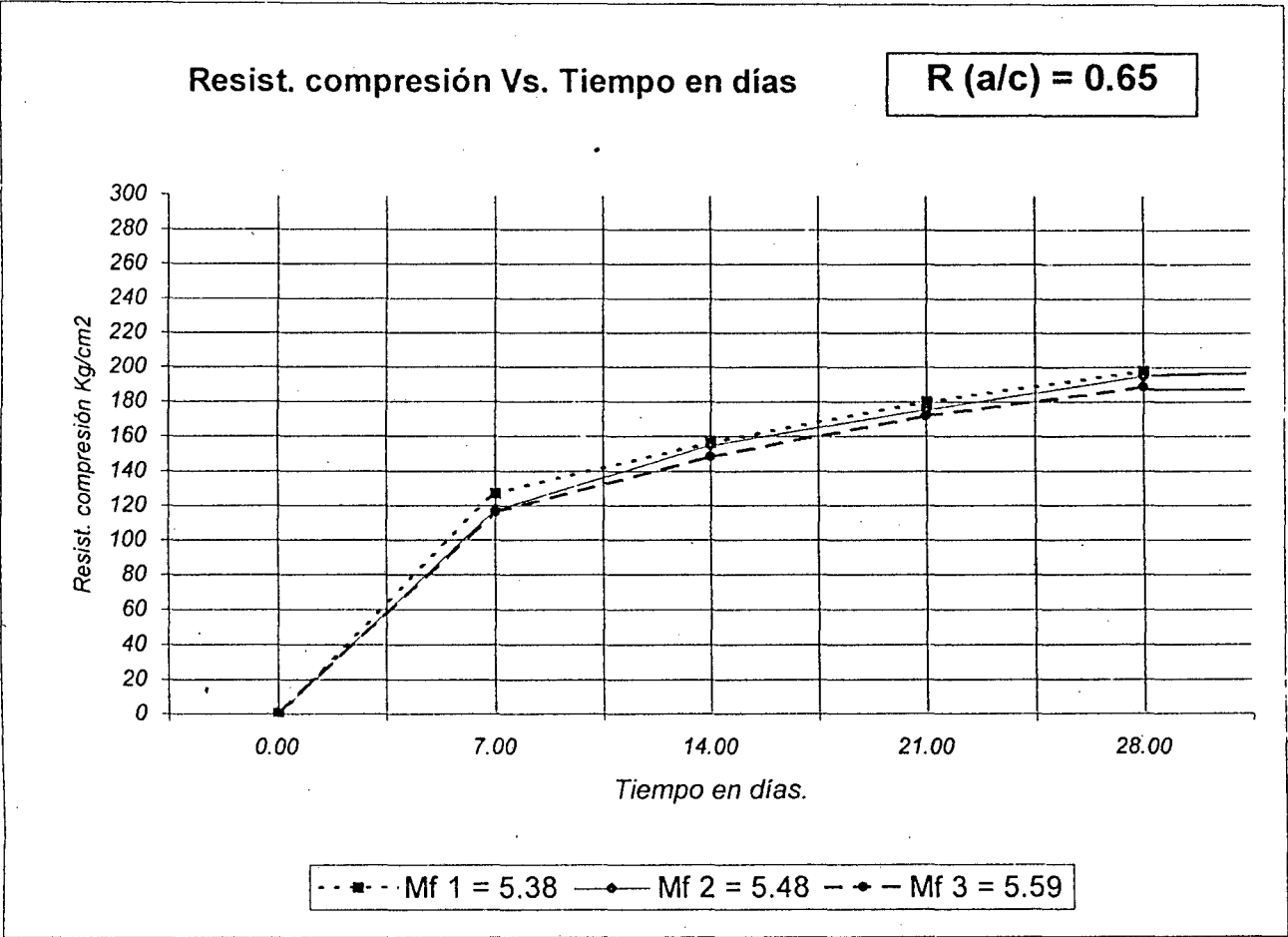


GRAFICO (34). RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. TIEMPO EN DÍAS PARA R(a/c) = 0.65

LEYENDA

- Diseño Mf2 , es el diseño base ( posible mejor combinación )
- Diseño Mf3 y Mf4 , diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.
- Agua y cemento constantes en cada diseño

# Grafico Resist. Compresión Vs. Tiempo en días

Relación a/c = 0.70

Edad en Días	Resistencia a compresión promedio Kg/cm <sup>2</sup>		
	Mf 1 = 5.38	Mf 2 = 5.48	Mf 3 = 5.59
0.00	0	0	0
7.00	119.40	126.26	121.69
14.00	143.91	166.75	151.59
21.00	163.00	182.00	172.00
28.00	176.09	185.96	180.25

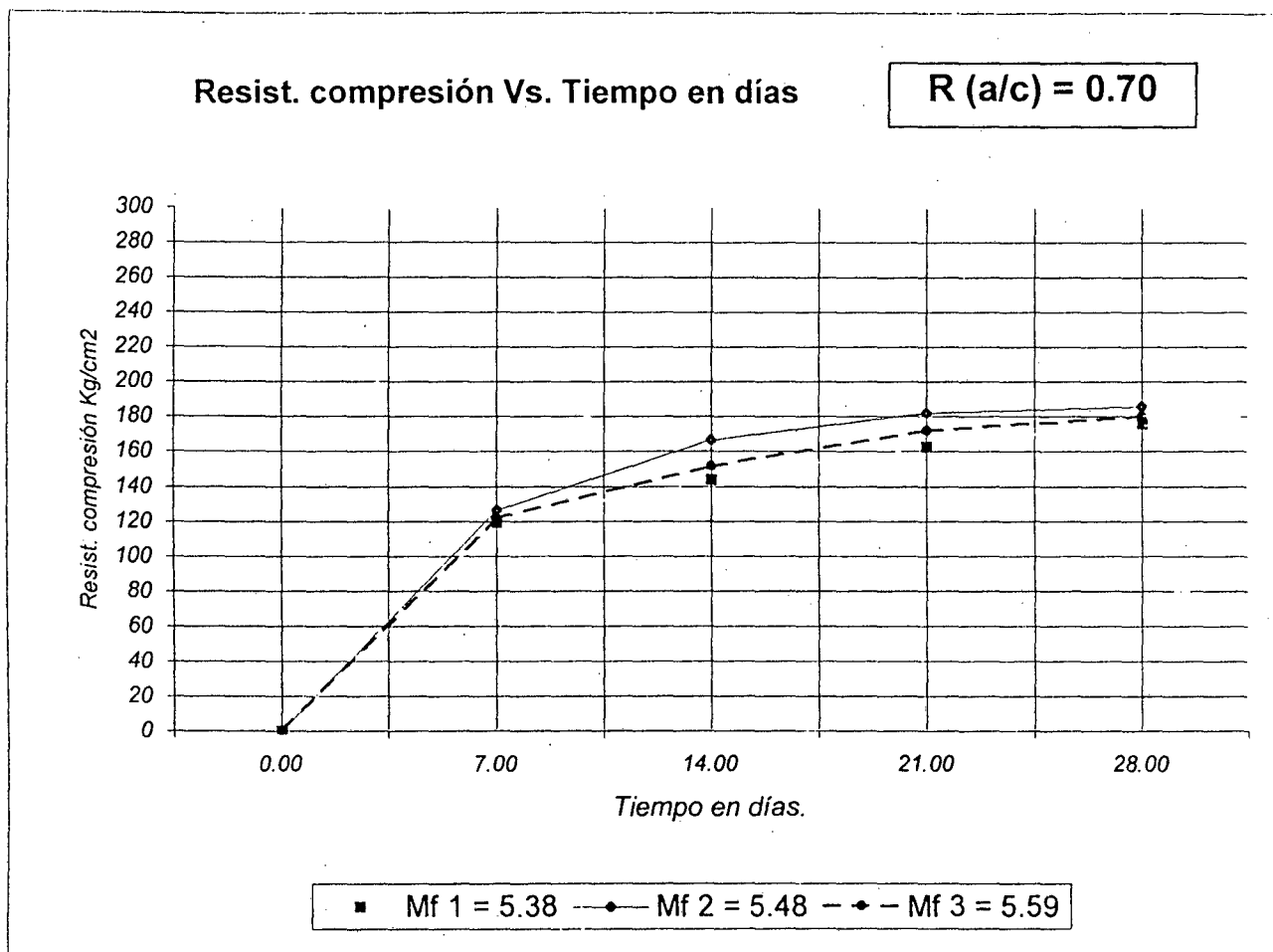


GRAFICO (35). RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. TIEMPO EN DÍAS PARA R(a/c) = 0.70

## LEYENDA

Diseño Mf2 , es el diseño base ( posible mejor combinación )

Diseño Mf3 y Mf4 , diseños aleternativos cambiandom el módulo de finura.

Agua y cemento constantes en cada diseño

CUADRO (33). RESUMEN DE LA EVOLUCION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

Descripcion de mezcla	Tiempo en días					
	7 días		14días		28días	
	Resis. Kg/cm2	%	Resis. Kg/cm2	%	Resis. Kg/cm2	%
M - A - 4	154.36	66.34	190.61	81.92	232.68	100.00
M - A - 5	148.89	65.93	190.61	84.40	229.26	100.00
M - A - 6	122.21	60.74	161.20	80.11	208.06	100.00
M - B - 1	127.00	64.20	156.41	79.06	197.83	100.00
M - B - 2	117.33	60.20	154.91	79.49	194.89	100.00
M - B - 3	115.87	61.45	148.06	78.52	188.55	100.00
M - C - 1	119.40	68.33	143.91	82.35	176.09	100.00
M - C - 2	126.26	66.27	166.75	87.52	185.96	100.00
M - C - 3	121.69	68.33	151.59	82.35	180.25	100.00
Promedio de la evolución de la resistencia en %	64.64%		81.75%		100.00%	

**LEYENDA**

Diseño M - A , Relación a/c = 0.60 ( Para los tres módulos de finura )

Diseño M - B , Relación a/c = 0.65 ( Para los tres módulos de finura )

Diseño M - C , Relación a/c = 0.70 ( Para los tres módulos de finura )

#### 4.5.4 GRÁFICO RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN (Agregado / Cemento )

Grafico Relación (Agregado / Cemento) Vs. Resistencia a la compresión promedio

MODULO DE FINURA 5.38			
No.	Diseño	Rel. Agreg/ Cement.	Resist. Comp. Promedio kg/cm2
		5.00	
1	MA-I	5.50	232.68
2	MB-I	6.00	197.83
3	MC-I	6.50	174.74
		7.00	

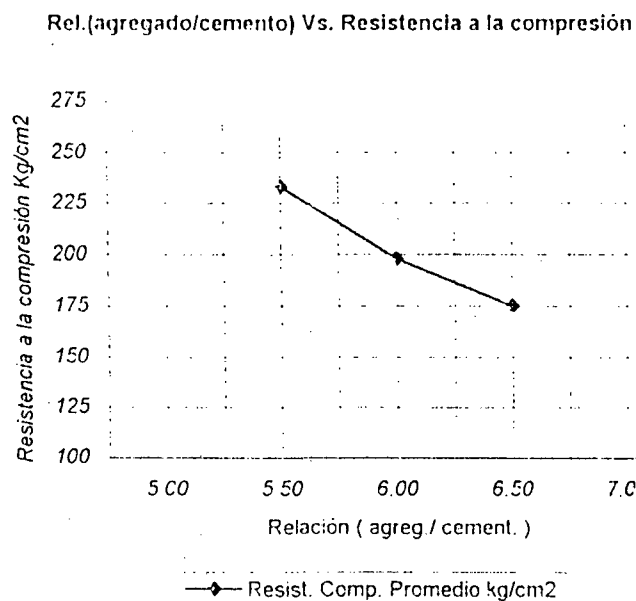


GRAFICO ( 36 ). RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN ( Agregado / Cemento) MFG = 5.38

Grafico Relación (Agregado / Cemento) Vs. Resistencia a la compresión promedio

MODULO DE FINURA 5.48			
No.	Diseño	Rel. Agreg/ Cement.	Resist. Comp. Promedio kg/cm <sup>2</sup>
		5.00	
1	M-A-5	5.50	225.84
2	M-B-2	6.00	194.9
3	M-C-2	6.50	190.53
		7.00	

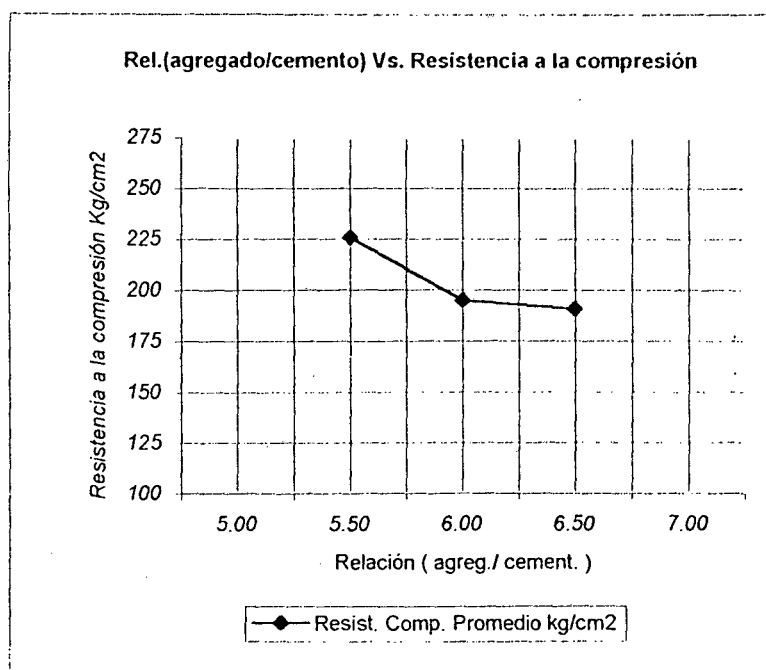


GRAFICO ( 37 ). RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN ( Agregado/ Cemento ) MFG = 5.48

Grafico Relación (Agregado / Cemento) Vs. Resistencia a la compresión promedio

MODULO DE FINURA 5.59			
No.	Diseño	Rel. Agreg/ Cement.	Resist. Comp. Promedio kg/cm2
		5.00	
1	M-A-6	5.50	201.22
2	M-B-3	6.00	188.55
3	M-C-3	6.50	180.25
		7.00	

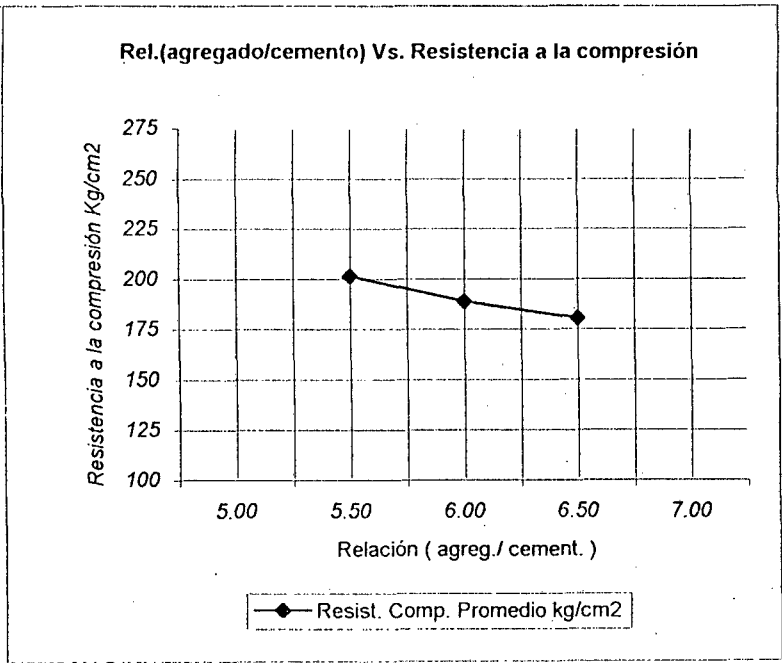


GRAFICO ( 38 ). RESISTENCIA A COMPRESIÓN Vs. RELACIÓN ( Agregado/ Cemento ) MFG = 5.59

## CUADRO RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS Y RESULTADOS DE CADA MEZCLA

RELACIÓN A/C = 0.60										
Mezcla	Agua.de diseño Lts/m3	Agregado Fino (gr.).Cumbaza	Agregado Grueso.(gr.). Huallaga	Cemento bls/m3	Modulo de finura global	Relación agregado / cemento	Relación fino/grueso	% Arena y % Piedra	Asentamiento. Cm.	Resistencia promedio a compresión a los 28 días. Kg/cm2
M - A - 4	196.00	690.89	1084.82	7.68	5.38	5.44	0.637	A 39% , P 61%	4.80	232.68
M - A - 5	196.00	655.45	1120.38	7.68	5.48	5.44	0.585	A 37% , P 63%	7.40	229.26
M - A - 6	196.00	620.03	1155.96	7.68	5.59	5.44	0.54	A 35% , P 65%	8.00	208.06
RELACIÓN A/C = 0.65										
Mezcla	Agua.de diseño Lts/m3	Agregado Fino (gr.).Cumbaza	Agregado Grueso.(gr.). Huallaga	Cemento bls/m3	Modulo de finura global	Relación agregado / cemento	Relación fino/grueso	% Arena y % Piedra	Asentamiento. Cm.	Resistencia promedio a compresión a los 28 días. Kg/cm2
M - B - 1	196.00	698.95	1097.50	7.10	5.38	5.95	0.637	A 39% , P 61%	5.00	197.83
M - B - 2	196.00	663.11	1133.48	7.10	5.48	5.95	0.585	A 37% , P 63%	5.70	194.90
M - B - 3	196.00	627.27	1169.46	7.10	5.59	5.95	0.54	A 35% , P 65%	9.00	188.55
RELACIÓN A/C = 0.70										
Mezcla	Agua.de diseño Lts/m3	Agregado Fino (gr.).Cumbaza	Agregado Grueso.(gr.). Huallaga	Cemento bls/m3	Modulo de finura global	Relación agregado / cemento	Relación fino/grueso	% Arena y % Piedra	Asentamiento. Cm.	Resistencia promedio a compresión a los 28 días. Kg/cm2
M - C - 1	196.00	705.87	1108.36	6.58	5.38	6.48	0.637	A 39% , P 61%	5.30	176.09
M - C - 2	196.00	669.67	1144.69	6.58	5.48	6.48	0.585	A 37% , P 63%	8.00	185.96
M - C - 3	196.00	633.47	1181.04	6.58	5.59	6.48	0.54	A 35% , P 65%	9.40	180.25

277



## CAPITULO V

---

### ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

#### 5.1. MEZCLA DE AGREGADOS

Al mezclar el agregado fino y grueso podemos apreciar que el agregado global resultante tiene forma semi – continua, esto debido a la naturaleza granulométrica del agregado fino ( muy fino), la curva resultante no es continua. Si quisiéramos que esta curva mezcla sea continua, se tendría que tamizar el agregado fino y quitarle un porcentaje de los tamaños No. 30 , No 16, y No 8 , lo cual en la práctica resulta muy costoso . Por ello las curvas que generamos anteriormente representan la mezcla de granulometrías de agregado fino y agregado grueso tal como se los extrajo de cantera.

#### 5.2. CONSISTENCIA – ( Asentamiento ).

En el gráfico (Módulo de Finura Asentamiento Vs. Asentamiento ) , enunciado (4.4.) , se presentan los diseños, realizados para diferentes relaciones agua / cemento ( 0.60 , 0.65 , 0.70 ), el propósito es evaluar como varía el asentamiento cuando se varía el modulo de finura, para cada relación agua / cemento.

En el gráfico (24 ) , se presenta en forma comparativa los diseños con una relación agua / cemento = 0.60 . observando que el diseño cuyo Módulo de Finura Global ( MFG) es menor ( 5.38 ) mezcla con mayor superficie específica ( M – A – 4 ) , tiene un asentamiento de 4.9 cm. Menos del mínimo requerido que es 5.00 cm. Al aumentar el MFG = 5.48 en el diseño ( M – A – 5 ) que es nuestra posible mejor combinación , el asentamiento aumenta a 7.4 cm. Al aumentar el MFG = 5.59, en el diseño ( M – A – 6 ) , la mezcla cuya granulometría es mas gruesa, se observa que el asentamiento también aumenta. A 8.0 cm.

En el gráfico ( 25 ), se presenta en forma comparativa los diseños con una relación agua / cemento = 0.65 . Observando que el diseño cuyo Módulo de Finura Global ( MFG) es menor ( 5.38 ) mezcla con mayor superficie específica ( M – B – 1 ), tiene un asentamiento de 5.00 cm. el mínimo requerido. Al aumentar el MFG = 5.48 en el diseño ( M – B – 2 ) que es nuestra posible mejor combinación , el asentamiento aumenta a 5.70 cm .Al aumentar el MFG= 5.59, en el diseño ( M – B – 3 ), la mezcla cuya granulometría es mas gruesa, se observa que el asentamiento también aumenta. A 9.0 cm.

En el gráfico (26), se presenta en forma comparativa los diseños con una relación agua / cemento = 0.70. observando que el diseño cuyo Módulo de Finura Global ( MFG) es menor ( 5.38 ) mezcla con mayor superficie específica ( M – C – 1 ), tiene un asentamiento de 5.30 cm. Mayor al mínimo requerido. Al aumentar el MFG = 5.48 en el diseño ( M – C – 2 ) que es nuestra posible mejor combinación , el asentamiento aumenta a 7.90 cm .Al aumentar el MFG= 5.59, en el diseño ( M – C – 3 ), la mezcla cuya granulometría es mas gruesa, se observa que el asentamiento también aumenta. A 9.40 cm.

En los gráficos antes mencionados, se observa que a medida que el asentamiento aumenta, también aumenta el Módulo de Finura Global, se tiene menor consistencia cuando el MFG disminuye, y también al aumentar la relación agua/cemento aumenta el asentamiento.

Se observa que para mezclas cuyo MFG = 5.38 , obtenemos concretos poco trabajables , de plasticidad baja, en el límite menor permitido de acuerdo a los asentamientos recomendados por el ACI ( Cuadro 2 ); sin embargo para mezclas cuyo MFG = 5.48 y MFG = 5.59 , obtenemos concretos trabajables , plásticos , cuyo asentamiento está en el orden de ( 7.5 cm a 10 cm ). Rangos aceptables de acuerdo a asentamientos recomendables.

### 5.3. RESISTENCIA A COMPRESIÓN.

En el enunciado 4.5. se presentan los resultados de las propiedades del concreto en estado endurecido. Se grafican las relaciones : Resistencia Vs. Módulo de Finura ; Resistencia Vs. Relación a/c ; Resistencia Vs. Relación agregado/cemento y Resistencia Vs. Tiempo en días.

#### 5.3.1. Resistencia Vs. Módulo de Finura.

En el gráfico (27), se presenta en forma comparativa los diseños con una relación agua / cemento = 0.60. observando que el diseño cuyo Módulo de Finura Global ( MFG) es menor ( 5.38 ) mezcla con mayor superficie específica ( M – A – 4 ) , tiene un resistencia a la compresión de 232.68 Kg/ cm<sup>2</sup>. Al aumentar el MFG = 5.48 en el diseño ( M – A – 5 ) que es nuestra posible mejor combinación , la resistencia disminuye a 229.26 Kg/cm<sup>2</sup> .Al aumentar el MFG= 5.59 ,en el diseño ( M – A – 6 ) , la mezcla cuya granulometría es mas gruesa, se observa que la resistencia también disminuye a 208.06 kg/cm<sup>2</sup>.

En el gráfico (28), se presenta en forma comparativa los diseños con una relación agua / cemento = 0.65. observando que el diseño cuyo Módulo de Finura Global ( MFG) es menor ( 5.38 ) mezcla con mayor superficie específica ( M – B – 1 ) , tiene un resistencia a la compresión de 197.83 Kg/ cm<sup>2</sup>. Al aumentar el MFG = 5.48 en el diseño ( M – B – 2 ) que es nuestra posible mejor combinación , la resistencia disminuye a 194.89 Kg/cm<sup>2</sup> .Al aumentar el MFG= 5.59 ,en el diseño ( M – B – 3 ) , la mezcla cuya granulometría es mas gruesa, se observa que la resistencia disminuye a 188.55 kg/cm<sup>2</sup>.

En el gráfico (29), se presenta en forma comparativa los diseños con una relación agua / cemento = 0.70. observando que el diseño cuyo Módulo de Finura Global ( MFG) es menor ( 5.38 ) mezcla con mayor superficie específica ( M – C – 1 ) , tiene un resistencia a la compresión de 176.09 Kg/ cm<sup>2</sup>. Al aumentar el MFG = 5.48 en el diseño ( M – C – 2 ) que es nuestra posible mejor combinación , la resistencia aumenta a 185.96 Kg/cm<sup>2</sup> .Al

aumentar el MFG= 5.59 ,en el diseño ( M – C – 3 ) , la mezcla cuya granulometría es mas gruesa, se observa que la resistencia disminuye a 180.25 kg/cm<sup>2</sup>.

Para las relaciones  $a/c = 0.60$  y  $a/c = 0.65$  , se observa que la disminución del módulo de finura global , favorece el aumento de la resistencia , sin embargo para la relación  $a/c = 0.70$  , se observa que la mayor resistencia se obtiene con el MF = 5.48 , referente a la posible mejor combinación. Esto debido a que hay menor concentración de pasta de cemento, y en estas circunstancias la mezcla de concreto con mejor granulometría obtiene mejores resultados.

### 5.3.2. Resistencia Vs. Relación a/c.

En el gráfico 30, se presenta en forma comparativa los diseños para un MFG = 5.38 . Observándose que la dispersión de los valores adopta forma de curva potencial, se observa que a medida que la relación (a/c) disminuye, aumenta la resistencia a compresión del concreto. Se observa que para resistencias que estén dentro de los rangos de 175 kg/cm<sup>2</sup>, a 300 kg/cm<sup>2</sup> ( cuadro 34 ), el valor de la relación (agua / cemento) disminuye en 0.06 und. aproximadamente, a medida que la resistencia aumenta cada 35 kg/cm<sup>2</sup>.

Se presenta un cuadro comparativo de Resistencias a la compresión Vs, Relaciones (a/c) , obtenidas experimentalmente en la presente tesis para cada Módulo de Finura , y las que nos proporciona el ( IMCYC ) , que es una adaptación de la confeccionada por el comité 211 del ACI , para concretos con Tamaño Máximo de Agregado = 1 1/2" , que es la que se utiliza como referencia para diseños de mezcla , esto a efectos de determinar el grado de variabilidad de estos valores con respecto a los encontrados experimentalmente en la presente tesis que obedecen a características de nuestros agregados.

Resistencia a compresión a los 28 días en kg/cm2	Comparación de relaciones agua / cemento	
	Relaciones a/c recomendadas para MFG = 5.38 AF = Cumbaza , AG = Huallaga	Relaciones a/c elaboradas por el ( IMCYC ), Instituto Mexicano del Concreto y Cemento
300	0.52	0.54
245	0.58	0.62
210	0.63	0.68
175	0.70	0.75

CUADRO (34). CUADRO COMPARATIVO DE RELACIONES A/C PARA MFG = 5.38

Comparando estos valores de R(a/c), obtenidos experimentalmente para un MF = 5.38, con los que nos proporciona el (IMCYC NS – 2 , Tabla 23 ), observamos que estas últimas son mayores en un promedio de 0.05 und. Para resistencias entre los rangos de 175 kg/cm2 a 245 kg/cm2 , y en 0.02 para resistencias del orden de 300 kg/cm2. Significando que la tabla que nos proporciona el ( IMCYC ), no es aplicable para concretos elaborados con arena del río Cumbaza y piedra del río Huallaga con MFG = 5.38 , puesto que necesitamos para iguales resistencias , menor relación a/c , osea (mayor concentración de pasta de cemento) .

En el gráfico (31), se presenta en forma comparativa los diseños con un MFG = 5.48. Observándose que la dispersión de los valores adopta forma de curva potencial no muy pronunciada, se observa que a medida que la relación (a/c) disminuye, aumenta la resistencia a compresión del concret . Se observa que para resistencias que estén dentro de los rangos de 175 kg/cm2, a 210 kg/cm2, el valor de la relación (agua / cemento) disminuye en 0.09 aproximadamente, sin embargo disminuye en 0.07 aproximadamente cuando la resistencia aumenta cada 35 kg/cm2 en el rango de 210 kg/cm2 ,a 300 kg/cm2.

Se presenta un cuadro comparativo de Resistencias a la compresión Vs, Relaciones (a/c) , ( Cuadro 35 ), obtenidas experimentalmente en la presente tesis para un MFG de 5.48 , y las que nos proporciona el ( IMCYC ) , que es una adaptación de la confeccionada por el comité 211 del ACI , para concretos con Tamaño Máximo de Agregado = 11/2” , que es la que se utiliza como referencia para diseños de mezcla , esto a efectos de determinar el

grado de variabilidad de estos valores con respecto a los encontrados experimentalmente en la presente tesis que obedecen a características de nuestros agregados.

Resistencia a compresión a los 28 días en kg/cm2	Comparación de relaciones agua / cemento	
	Relaciones a/c obtenidas para MFG = 5.48 AF = Cumbaza ; AG = Huallaga	Relaciones a/c elaboradas por el ( IMCYC ), Instituto Mexicano del Concreto y Cemento
300	0.49	0.54
245	0.56	0.62
210	0.63	0.68
175	0.72	0.75

CUADRO (35), CUADRO COMPARATIVO DE RELACIONES A/C PARA MFG = 5.48

Comparando estos valores de R(a/c), obtenidos experimentalmente para un MF = 5.38 , con los que nos proporciona el (IMCYC NS – 2 , Tabla 23 ), observamos que estas últimas son mayores en un promedio de 0.05 und. Para resistencias entre los rangos de 210 kg/cm2 a 300 kg/cm2, y en 0.03 para resistencias del orden de 175 kg/cm2. Significando que la tabla que nos proporciona el ( IMCYC ), no es aplicable para concretos elaborados con arena del río Cumbaza y piedra del río Huallaga con MFG = 5.48 , puesto que necesitamos para iguales resistencias , menor relación a/c , osea (mayor concentración de pasta de cemento) , .

En el gráfico (32), se presenta en forma comparativa los diseños con un MFG = 5.59 . Observándose que la dispersión de los valores adopta forma de curva potencial no muy pronunciada, se observa que a medida que la relación (a/c) disminuye, aumenta la resistencia a compresión del concreto. Se observa que para resistencias que estén dentro de los rangos de 210 kg/cm2, a 300 kg/cm2, el valor de la relación (agua / cemento) disminuye en un promedio de 0.10 und. Para cada 35 kg/cm2 que se aumente, sin embargo disminuye en 0.13 aproximadamente cuando la resistencia aumenta de 175 kg/cm2 ,a 210 kg/cm2.

Se presenta un cuadro comparativo de Resistencias a la compresión Vs, Relaciones (a/c) , ( Cuadro 36 ) , obtenidas experimentalmente en la presente tesis para un MFG de 5.59 , y las que nos proporciona el ( IMCYC ) , que es una adaptación de la confeccionada por el comité 211 del ACI , para concretos con Tamaño Máximo de Agregado = 1 1/2" , que es la que se utiliza como referencia para diseños de mezcla , esto a efectos de determinar el grado de variabilidad de estos valores con respecto a los encontrados experimentalmente en la presente tesis que obedecen a características de nuestros agregados.

Resistencia a compresión a los 28 días en kg/cm <sup>2</sup>	Comparación de relaciones agua / cemento	
	Relaciones a/c obtenidas para MFG = 5.59 AF = Cumbaza ; AG = Huallaga	Relaciones a/c elaboradas por el ( IMCYC ) , Instituto Mexicano del Concreto y Cemento
300	0.40	0.54
245	0.50	0.62
210	0.59	0.68
175	0.72	0.75

CUADRO (5.3), CUADRO COMPARATIVO DE RELACIONES A/C PARA MFG = 5.59

Comparando estos valores de R(a/c), obtenidos experimentalmente para un MF = 5.59, con las que nos proporciona el (IMCYC NS – 2, Tabla 23) , observamos que estas últimas son considerablemente mayores en comparación con los valores de las dos tablas anteriores , significando que para obtener una resistencia dada con este MFG ,tendremos que utilizar mayor cantidad de cemento que la que se utilizaría con los diseños anteriores y por consiguiente se obtendría concretos mas caros .

Se presenta ( Cuadro 37 ) , un resumen de las relaciones agua cemento para los MFG utilizados , teniendo en cuenta los resultados , para ningún MFG utilizado , los valores de las relaciones a/c proporcionadas por el ( IMCYC ) basadas en las tablas del comité ACI para diseño de mezclas se ajustan a los determinados experimentalmente, no existe correlación.

Resistencia a compresión a los 28 días en kg/cm <sup>2</sup>	R a/c MFG = 5.38	R a/c MFG = 5.48	R a/c MFG = 5.59	Relaciones a/c elaboradas por el ( IMCYC ), Instituto Mexicano del Concreto y Cemento
300	0.52	0.49	0.40	0.54
245	0.58	0.56	0.50	0.62
210	0.63	0.63	0.59	0.68
175	0.70	0.72	0.72	0.75

CUADRO (37), CUADRO RESUMEN COMPARATIVO DE RELACIONES A/C OBTENIDAS EXPERIMENTALMENTE

Las mayores relaciones a/c para las resistencias de 245 kg/cm<sup>2</sup> y 300 kg/cm<sup>2</sup> lo obtenemos del concreto cuyo MFG = 5.38, con estas relaciones a/c utilizaremos menor cantidad de cemento en comparación con las relaciones a/c de los dos MFG restantes, sin embargo teniendo en cuenta su propiedad en estado fresco el asentamiento obtenido está en el límite permitido (5cm). Significando una limitación en cuanto a su trabajabilidad, concretos no muy trabajables, de baja plasticidad.

El concreto elaborado con MFG = 5.48, necesita menor relación a/c para resistencias de 245kg/cm<sup>2</sup> y 300 kg/cm<sup>2</sup>, para este rango de resistencias tendremos que utilizar mayor cemento con respecto al concreto elaborado con MFG = 5.38, sin embargo para una resistencia de 210kg/cm<sup>2</sup> tenemos una relación a/c igual a la del concreto con MFG = 5.38, y para una resistencia de 175kg/cm<sup>2</sup> la relación a/c es mayor en 2 décimas a la del concreto con MFG = 5.38. Los asentamientos obtenidos con este tipo de mezcla MFG = 5.48, son satisfactorios, mayores al mínimo requerido.

El concreto elaborado con MFG = 5.59, necesita menor relación agua cemento para una resistencia dada en comparación con los dos diseños anteriores, y en su estado fresco para relaciones a/c mayores a 0.65 la mezcla tiende a segregarse.



### 5.2.3. Resistencia Vs. Relación agregado/cemento.

En el gráfico (36), se presenta en forma comparativa los diseños con un MFG = 5.38 . Observándose que la dispersión de los valores adopta forma de recta, se observa que a medida que la relación (agregado/ cemento) disminuye, aumenta la resistencia a compresión del concreto. Se observa que para resistencias que estén dentro de los rangos de 175 kg/cm<sup>2</sup> ,a 230 kg/cm<sup>2</sup> , los valores de la relación (agregado/ cemento) están entre 5.50 y 6.50.

En el gráfico (37), se presenta en forma comparativa los diseños con un MFG = 5.48 . Observándose que la dispersión de los valores adopta forma de recta quebrada , se observa que a medida que la relación (agr./c) disminuye , aumenta la resistencia a compresión del concreto . Se observa que para resistencias que estén dentro de los rangos de 190 kg/cm<sup>2</sup> ,a 225 kg/cm<sup>2</sup> , los valores de la relación (agregado/ cemento) están entre 5.50 y 6.50.

En el gráfico (38), se presenta en forma comparativa los diseños con un MFG = 5.59 . Observándose que la dispersión de los valores adopta forma de recta, se observa que a medida que la relación (agr./c) disminuye, aumenta la resistencia a compresión del concreto. Se observa que para resistencias que estén dentro de los rangos de 180 kg/cm<sup>2</sup> ,a 208 kg/cm<sup>2</sup> , los valores de la relación (agregado/ cemento) están entre 5.50 y 6.50.

### 5.3.4. Resistencia Vs. Edad.

Del cuadro' resumen ( 33 ), de la evolución de la resistencia del concreto para las tres relaciones agua cemento, se observa que el promedio de esta evolución aumenta en forma gradual, para 7 días al 64 .64 % y para 14 días 81.75% respecto al 100% que es la resistencia a los 28 días. Considerando que la influencia de la resistencia en el tiempo está ligada fundamentalmente al tipo de cemento y al grado de maduración del concreto y teniendo como base de apoyo el cuadro (38 ). Sobre la influencia de la edad en la

resistencia a compresión de probetas testigo de concreto según trabajos de PETERSONS . El porcentaje de la evolución de las resistencias obtenida en los ensayos para 14 y 28 días son menores en comparación, con las obtenidas por Petersons para concretos normales. Esto debido a que estamos utilizando cemento portland tipo 1P adicionado , con zeolita que es un tipo de puzolana que tiene la propiedad de que a edades tempranas la evolución de la resistencia es relativamente lenta , pero a edades posteriores es mayor en comparación de los cementos normales.

TIPO DE CEMENTO	RESISTENCIA A COMPRESIÓN RELATIVA			
	7 días	14 días	28 días	1 año
Normal (Petersons )	0.70	0.88	1	1.18
Normal ( Comité Europeo del Concreto )	0.65	-	1	1.35

Fuente : Hormigón Armado I, Montaña Meseguer, Morán (Barcelona 1989), Pág.128, 131.

CUADRO (38). EVOLUCIÓN DE LA RESISTENCIA DE CONCRETOS NORMALES

5.4. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

El método del ACI. Para dosificación de mezclas solo se aplica para arenas que tengan como mínimo Módulos de Finura igual a 2.4, la cantera que se utiliza para construcción de edificaciones en la ciudad de Tarapoto es la del Río Cumbaza, cuya arena generalmente tiene Módulos de finura menores a los mínimos permitidos por las Tablas del ACI. Mientras que el Método del Agregado Global y Modulo de Finura no tiene esta limitación puesto que no evalúa individualmente al agregado fino como el grueso, trabaja experimentalmente con la granulometría global del agregado determinando el Módulo de Finura Global mas adecuado.

Teniendo como base los resultados obtenidos en el acápite (5.3.2 ), se demuestra que las tablas utilizadas por el método de dosificación ACI. Para determinar la relación (a/c) en función de la resistencia a compresión del concreto deseada, no se ajusta a las obtenidas experimentalmente mediante el Método propuesto, esto debido a que están confeccionadas con agregados de buena calidad granulométrica y resistente que obedecen a otras zonas,

incurriendo así a errores cuando calculamos las proporciones de los materiales del concreto ; mientras el Método propuesto nos permite ajustar esta relación al máximo que obedecerá a nuestros propios agregados y poder tener un resultado mas preciso en cuanto a la dosificación de materiales.

En tal sentido basándonos en estas dos premisas la Hipótesis se define como verdadera.

#### **5.4 Elección del MFG adecuado para el diseño de mezclas de concreto $F'_c = 175$ Kg/cm<sup>2</sup> y $F'_c = 210$ Kg/cm<sup>2</sup>.**

Primero determinaremos con que MFG obtenemos las mejores propiedades del concreto en sus dos estados, para luego de acuerdo al MFG definido encontrar la relación (agua / cemento) obtenida experimentalmente, que obedezca a la resistencia a compresión promedio deseada.

Del análisis de los resultados, la mezcla que presenta mejores propiedades en estos dos estados es la mezcla cuyo MFG = 5.48, puesto que presenta una buena consistencia, y las relaciones ( agua / cemento ) se encuentran dentro de rangos aceptables , mientras que la mezcla con MFG = 5.38 , tiene un asentamiento mínimo , presenta una consistencia de baja plasticidad , no muy trabajable. Y si quisiéramos utilizar este MFG, tendríamos que adicionar una cantidad mayor de agua , para obtener una trabajabilidad aceptable , pero al adicionar agua, también tuviéramos que adicionar cemento para mantener la misma relación ( agua / cemento) , significando tener un concreto mas caro ; Es por ello que para el diseño de mezcla utilizaremos las relaciones a/c que nos proporciona el ( Cuadro 39 ) , para un MFG = 5.48.

No se considera las mezclas cuyo MFG = 5.59 , puesto que el concreto presentó menores resistencias con respecto a los dos MFG anteriores y para relaciones ( agua / cemento ) entre 0.65 y 0.70 , el concreto evidenció su tendencia a la segregación.

Resistencia a la compresión a los 28 días en Kg/cm <sup>2</sup>	Relación agua/cemento en peso
300	0.49
245	0.56
210	0.63
175	0.72

CUADRO 39. RELACIONES A/C RECOMENDABLES MFG = 5.48

- Cálculo de la resistencia promedio requerida :

La resistencia a compresión promedio ( $f'_{cp}$ ), es aquella para la cual se dosifica la mezcla de concreto a ser utilizada en obra, y es mayor que la resistencia mínima especificada por el proyecto ( $f'_c$ ).

Esta diferencia entre el ( $f'_{cp}$ ) y el ( $f'_c$ ), esta en función del nivel de variabilidad o dispersión que se tenga en la entidad al preparar la mezcla y de la exigencia del control de calidad en obra.

Cuantificar esta variabilidad o definir el porcentaje de pruebas que pueden admitirse por debajo del ( $f'_c$ ) especificado y el valor absoluto de estos resultados, son atributos de los reglamentos de diseño y en última instancia de los diseñadores, en función del conocimiento de las hipótesis de cálculo y los factores de seguridad empleados.

A continuación se presentan los criterios para encontrar el ( $f'_{cp}$ ):

# 1. ACI-318.

El capítulo 5 del ACI - 318 "Concrete Quality, Mixing, and placing", es el que define los criterios a aplicarse para evaluar resultados de ensayos en compresión de concreto.

El reglamento define un "ensayo de resistencia a compresión" como el promedio de ensayar a 28 días de edad 2 cilindros obtenidos de una misma muestra de concreto y que han sido curados bajo condiciones controladas.

Por lo tanto establece dos criterios :

- a) El promedio de todos los grupos de tres ensayos de resistencia en compresión consecutivos es  $\geq$  que  $f'_c$ . Para lo cual utiliza la fórmula (7.a)

$$F'_{cr} = f'_c + 1.34 D_s \dots\dots\dots (7a)$$

- b) Ningún ensayo de resistencia debe ser menor de  $f'_c$  en más de 35 kg/cm<sup>2</sup>. Para lo cual utiliza la fórmula (7b).

$$F'_{cr} = f'_c - 35 + 2.33 D_s \dots\dots\dots (7b)$$

El ACI - 318 establece que el valor  $f'_{cr}$  a usarse será el mayor que resulte de la aplicación de las dos fórmulas anteriores.

Donde :

$F'_{cr}$  = Resistencia promedio requerida en obra.

$f'_c$  = Resistencia especificada por el diseñador

$D_s$  = Desviación Standard

$N$  = número de ensayos usados para obtener el promedio

$t$  = Factor que depende del % de resultados menores de  $f'_c$  que se admiten, o la probabilidad de ocurrencia

El valor de  $D_s$  en la fórmulas indicadas corresponden a por lo menos 30 testigos de un mismo tipo de concreto en obra a 30 tandas diferentes.

- c) Cuando no se dispone de ninguna información estadística, el ACI - 318 indica que deben utilizarse los valores de  $f'_{cr}$  de la tabla (26)

$F'_c$	$F'_{cr}$
Menos de 210	$F'_c + 70$
210 a 350	$F'_c + 84$
Sobre 350	$F'_c + 98$

TABLA (26). RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO

## 2. REGALMENTO NACIONAL DE CONSTRUCCION.

El reglamento peruano nos presenta las fórmulas similares a la que nos da el ACI - 318.:

$$F'_{cr} = f'_c + 1.34 D_s \dots\dots\dots (8a)$$

$$F'_{cr} = f'_c - 35 + 2.33 D_s \dots\dots\dots (8b)$$

Donde :

1.34  $D_s$  = Uno de cada cien promedios de tres pruebas consecutivas caiga por debajo de  $f'_c$ .

2.33 $D_s$  - 35 = Una de cada cien pruebas caiga por debajo de ( $f'_c$ -35)

### 3. DESVIACIONES STANDARD TEÓRICOS

El valor de la resistencia a compresión promedio requerida también se puede expresar de la siguiente manera:

$$F'_{cr} = f'_c + t D_s / (n)^{1/2} \dots\dots\dots(9.a)$$

Donde :

$F'_{cr}$  = Resistencia promedio requerida en obra.

$f'_c$  = Resistencia especificada por el diseñador

$D_s$  = Desviación Standard

$n$  = número de ensayos usados para obtener el promedio

$t$  = Factor que depende del % de resultados menores de  $f'_c$  que se admiten, o la probabilidad de ocurrencia

También podemos cuantificar el ( $f'_{cr}$ ), de acuerdo a valores teóricos de ( $D_s$ ) y ( $t$ ), que están en función del grado de control de producción de concreto en obra. En la tabla (27) se establecen los valores de ( $t$ ), con los porcentajes de ensayos que resultan mayores a ( $f'_c$ ) y menores a ( $f'_{cp}$ ), así como la probabilidad de ensayos por debajo del límite inferior y que se deducen de una distribución normal de frecuencia.

% de pruebas mayores a ( $f'_c$ ) y menores a ( $f'_{cp}$ )	Probabilidad de ocurrencia por debajo del límite inferior	Valores de " t "
40	3 en 10	0.52
50	2.5 en 10	0.67
60	2 en 10	0.84
68.27	1 en 6.3	1
70	1.5 en 10	1.04

80	1 en 10	1.28
90	1 en 20	1.65
95	1 en 40	1.98
95.45	1 en 44	2
98	1 en 100	2.33
99	1 en 200	2.58
100	1 en 741	3

TABLA (27). VALORES DE (t)

Como en la práctica, está demostrado que existe la posibilidad de que 1 ensayo en 100 no cumpla con lo requerido aún cuando el concreto sea satisfactorio el valor más realista es  $t = 2.33$ , que es el correspondiente a la probabilidad mencionada

En la tabla (28), se presenta valores de Desviación Standard a esperarse en condiciones de obra para diferentes grados de control, que pueden tomarse como referencia para estimar el (Ds), cuando no se tienen datos sobre la obra, asumiendo el grado de control semejante a la realidad.

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de Operación	DESVIACIÓN STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
Concreto en Obra	< a 2.81	28.10 a 35.20	35.20 a 42.20	42.20 a 49.20	> a 49.20

TABLA (28). VALORES DE DISPERSIÓN EN EL CONTROL DEL CONCRETO



Considerando que tratamos con concretos que se elaborarán en la ciudad de Tarapoto, se asume que las técnicas de control en la producción, transporte, colocado y curado del concreto se pueden realizar, puesto que tenemos a nuestro alcance los materiales, equipos y profesionales para tal fin, lo que no sucede en lugares alejados.

De acuerdo a lo anterior en la tabla (28), podemos asumir un valor de la (Ds) que obedezca a un grado de control Bueno, asumimos el menor (35.20). Quedando la siguiente ecuación :

$$F'_{cr} = f_c + (2.33) \times (35.2) / (3)^{1/2}$$

$$F'_{cr} = f_c + 47.35 \dots \dots \dots (9b)$$

.n = 3 ensayos, (Puesto que se elaboraron 6 probetas de concreto)

Para calcular el f<sub>cr</sub> en nuestro caso; no contamos con información en base a 30 ensayos para utilizar las fórmulas (7.a y 7b) que nos proporciona el ACI, tampoco las que nos presenta el reglamento nacional de construcciones. Las que podemos utilizar son : la tabla (26) que nos presenta el ACI – 318, cuando no tenemos ninguna información estadística, y la fórmula (9b) de acuerdo a desviaciones standares ajustada a nuestra realidad.

En la tabla (29) evaluamos estos dos criterios para resistencias especificadas de (175kg/cm<sup>2</sup> y 210kg/cm<sup>2</sup>), a efectos de determinar cual nos conviene utilizar.

F'c (kg/cm2)	Resistencias a Compresión Promedio ( Kg/cm2)	
	ACI	Desviaciones Teóricas
175	245	223
210	294	258

TABLA (29). COMPARACIÓN DE (F'cr) y (F'C), PARA LOS DOS CRITERIOS

De acuerdo a la tabla (29), se observa que los valores de ( $f'_{cr}$ ) que utilizan las tablas del ACI son mas conservadores, teniendo en cuenta que en esta tesis realizamos mezclas de prueba y obtuvimos resistencias promedios del orden de 175 kg/cm<sup>2</sup>, 210 kg/cm<sup>2</sup> y 230kg/cm<sup>2</sup> y que ninguna mezcla fue menor en mas de 15 kg/cm<sup>2</sup> del promedio, se considera que los ( $F'_{cr}$ ) que nos proporciona el ACI son muy conservadores para nuestro caso, puesto que estas están diseñadas cuando no se tiene ninguna referencia, lo cual no es nuestro caso.

Por tal motivo los ( $F'_{cr}$ ) que utilizaremos serán los que calculamos teóricamente (Ref. 9b), considerando un buen control de calidad del concreto en obra.

- Diseño para  $F'_c = 175.00 \text{ Kg/cm}^2$ .

Por lo tanto de la tabla (29) el  $F'_{cr} = 223.00 \text{ Kg/cm}^2$

De la tabla (39), interpolando para este valor tenemos una relación  $a/c = 0.60$ , con este valor se diseñará. para un MFG = 5.48.

DETERMINACIÓN DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES, PARA  $F'_C = 175 \text{ KG/CM}^2$

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ 

## Especificaciones para el diseño.

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	1 1/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

## Propiedades Físicas de los Materiales

## AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

## AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	1 1/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

## CEMENTO

Peso específico	3.12
-----------------	------

## AGUA

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

## Consideraciones de diseño:

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )

I. DISEÑO PARA RELACIÓN    A/C =    0.600

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua =                      196.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) =                      0.600

C =

a	196.000
0.600	0.600

Cantidad de Cemento        =                      326.67 Kg/m3

Porcentaje de aire atrapado =                      1%

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 ) =	0.105	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 ) =	0.196	m3
-	Aire		0.010	m3
Volumen de Pasta =				0.311 m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.48

Agregado Fino        =                      37.000 %  
Agregado Grueso =                      63.000 %  
Volumen de Agregado total =                      ( 1 - Vol. Pasta ) =                      0.689        m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino        =                      (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) =                      0.255 m3  
Volumen Absoluto del Agregado Grueso =                      (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) =                      0.434 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino        =                      ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000        =                      655.455 Kg/m3  
Agregado Grueso =                      ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000        =                      1120.387 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	326.667 Kg/m3
Agua	196.000 Kg/m3
Agregado Fino	655.455 Kg/m3
Agregado Grueso	1120.387 Kg/m3
Total Materiales =	2298.508 Kg/m3

Relación        Fino/Grueso        =                      0.585  
Relación        Agr./Cem.        =                      5.436

**Peso Humedo :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x %Humedad) = 681.02 Kg/m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso = (Agregado fino seco x %Humedad) = 1123.75 Kg/m<sup>3</sup>

**Humedad Superficial :**

Agregado Fino = (%Humedad - % Absorción) = 3.36 %  
Agregado Grueso = (%Humedad - % Absorción) = -0.28 %

**Aporte de Humedad del Agregado :**

Agregado Fino = (Agregado fino seco x Humedad Sup.) 22.02 lt/m<sup>3</sup>  
Agregado Grueso = (Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) = -3.14 lt/m<sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 18.89 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 + -18.89 177.11 lt/m<sup>3</sup>

**Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :**

Cemento	326.67 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	177.11 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	681.02 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	1123.75 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =	2308.55 Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.08	3.44	23.04

**Proporción por sacos**

Cemento	42.50 kg/saco
Agua efectiva	23.04 lts/saco
Agregado fino	88.60 kg/saco
Agregado grueso	146.20 kg/saco

**Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )**

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperan a los 7 dias y 14 dias y 6 a los 28 dias. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	326.67	x	0.08	=	26.13	kg
Agua efectiva	177.11	x	0.08	=	14.17	kg
Agregado fino	681.02	x	0.08	=	54.48	kg
Agregado grueso	1123.75	x	0.08	=	89.90	kg
			total	=	184.68	kg

Nota: para el mezclado se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

Proporción en Volúmen

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1552.27 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelto seco ) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelto seco ) / 35 = 44.35 kg/pie3  
Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelto seco ) / 35 = 47.86 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	2.00
Agregado grueso humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	3.05
Agua efectiva		23.04

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	2.00	3.05	23.04

- Diseño para  $F'_c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$ .

Por lo tanto de la tabla (29) el  $F'_{cr} = 258.00 \text{ Kg/cm}^2$

De la tabla (39), interpolando para este valor tenemos una relación  $a/c = 0.54$ , con este valor se diseñará, para un  $MFG = 5.48$ .

DETERMINACIÓN DE LAS PROPORCIONES DE LOS MATERIALES, PARA  $F'_C = 210 \text{ KG/CM}^2$

DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 

## Especificaciones para el diseño.

Asentamiento ( slump )	3 "a 4"	Consistencia Plástica
Tamaño Máximo del Agregado	11/2"	De Análisis Granulométrico
Relación a/c máx.	0.7	
Cemento Portland Tipo I	( Pacasmayo )	

## Propiedades Físicas de los Materiales

## AGREGADO FINO ( Cantera Cumbaza )

Peso específico de masa	2.57
Modulo de Finura	2.05
Absorción	0.54
Contenido de humedad	3.90
Material < malla 200	3.93
Peso unitario seco suelto	1494.00
Peso unitario seco compactado	1613.60

## AGREGADO GRUESO ( Cantera Huallaga ).

Peso específico de masa	2.58
Tamaño Máximo nominal	11/2"
Modulo de Finura	7.5
Absorción	0.58
Contenido de humedad	0.30
Peso unitario seco suelto	1670.00
Peso unitario seco compactado	1740.00

## CEMENTO

Peso específico	3.12
-----------------	------

## AGUA

Densidad	1000 kg/m <sup>3</sup>
----------	------------------------

## Consideraciones de diseño:

Se tendran 3 diseños para cada relación a/c , en función de los tres modulos de finura global , que se obtuvo de la evaluación granulométrica de la mezcla de agregados  
( mf base =5.48 , mf1 =5.38 , mf3 = 5.59 )



I. DISEÑO PARA RELACIÓN A/C = 0.540

1.1 ESTIMACION DEL VOLUMNE UNITARIO DE AGUA ( Tabla I )

Volm. Unit. Agua = 196.000 lts/m3

1.2 CONTENIDO DE CEMENTO

R(a / c) = 0.540

C =

a	196.000
0.540	0.540

Cantidad de Cemento = 362.96 K/m3

Porcentaje de aire atrapado = 1%

1.3 VOLUMEN DE LA PASTA DE CEMENTO

-	Cemento	W cemento/( Peso Especifico Cemento x 1000 )	=	0.116	m3
-	Agua	W agua/( Peso Especifico agua x 1000 )	=	0.196	m3
-	Aire		=	0.010	m3
Volumen de Pasta				=	0.322 m3

1.4 VOLUMEN DE AGREGADO FINO Y GRUESO

1.4.1 Para un Modulo de Finura = 5.48

Agregado Fino = 37.000 %  
Agregado Grueso = 63.000 %  
Volumen de Agregado total = ( 1 - Vol. Pasta ) = 0.678 m3

Volumen Absoluto de los Agregados :

Volumen Absoluto del Agregado Fino = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Fino ) = 0.251 m3  
Volumen Absoluto del Agregado Grueso = (Vol. Agr. Total)x(% Agr. Grso ) = 0.427 m3

Peso seco de los Agregados : ( Peso Especifico de Masa )

Agregado Fino = ( Vol. Abs. Agr. Fino)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 644.392 Kg/m3  
Agregado Grueso = ( Vol. Abs. Agr. Grso.)x(Peso especifico de Masa )x1000 = 1101.478 Kg/m3

Cantidad de Materiales

Cemento	362.963 Kg/m3
Agua	196.000 Kg/m3
Agregado Fino	644.392 Kg/m3
Agregado Grueso	1101.478 Kg/m3
Total Materiales =	2304.833 Kg/m3

Relación Fino/Grueso = 0.585  
Relación Agr./Cem. = 4.810

**Peso Humedo :**

Agregado Fino	=	(Agregado fino seco x %Humedad) =	669.52 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	(Agregado fino seco x %Humedad) =	1104.78 Kg/m <sup>3</sup>

**Humedad Superficial :**

Agregado Fino	=	(%Humedad - % Absorción) =	3.36 %
Agregado Grueso	=	(%Humedad - % Absorción) =	-0.28 %

**Aporte de Humedad del Agregado :**

Agregado Fino	=	(Agregado fino seco x Humedad Sup.)	21.65 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	=	(Agregado Grso. seco x Humedad Sup.) =	-3.08 lt/m <sup>3</sup>

Aporte de Humedad del agregado 18.57 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 196 + -18.57 177.43 lt/m<sup>3</sup>

**Unidad cúbica de concreto corregido por humedad :**

Cemento	.....	362.96 Kg/m <sup>3</sup>
Agua	.....	177.43 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	.....	669.52 Kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	.....	1104.78 Kg/m <sup>3</sup>
Total Materiales =		2314.70 Kg/m <sup>3</sup>

**Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.84	3.04	20.78

**Proporción por sacos**

Cemento	.....	42.50 kg/saco
Agua efectiva	.....	20.78 lts/saco
Agregado fino	.....	78.40 kg/saco
Agregado grueso	.....	129.36 kg/saco

**Dosificación para un volumen de 12 probetas ( diam.= .15 , h=.30 )**

Se considero 12 probetas de ensayo para cada uno de los diseños, de los cuales 3 se romperán a los 7 días y 14 días y 6 a los 28 días. Vo 0.08 m<sup>3</sup>

Cemento	362.96	x	0.08	=	29.04	kg
Agua efectiva	177.43	x	0.08	=	14.19	kg
Agregado fino	669.52	x	0.08	=	53.56	kg
Agregado grueso	1104.78	x	0.08	=	88.38	kg
			<b>total</b>	=	185.18	kg

Nota: para el mezclarlo se utilizó una mezcladora de 4 pie cúbicos ( 130 lts ), lo que significa que la máquina trabajará al 63% de su eficiencia.

Proporción en Volumen

PU. Agregado fino húmedo = ( Peso unitario suelo seco ) x % Humedad = 1552.27 kg/m3  
PU. Agregado Grueso húmedo = ( Peso unitario suelo seco ) x % Humedad = 1675.01 kg/m3

Pesos en pies Cúbicos

Agregado Fino = ( Peso unitario A.F. suelto seco ) / 35 = 44.35 kg/pie3  
Agregado Grueso = ( Peso unitario A.G. suelto seco ) / 35 = 47.86 kg/pie3

Cantidad de Materiales por Volumen

Cemento	1.0 pies cúbicos.	1.00
Agregado fino humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	1.77
Agregado grueso humedo	( kg/saco ) / ( peso enn pies cúbicos )	2.70
Agua efectiva		20.78

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso.	Agua lts/saco
1	1.77	2.70	20.78

<b>MFG = 5.48 : Arena = 37% ; Piedra = 63%</b>		
Resist. a la compresión Kg/cm <sup>2</sup>	<b>175</b>	<b>210</b>
Materiales		
Cemento (Bls/m <sup>3</sup> )	7.70	8.54
Agua (Lts/m <sup>3</sup> )	196	196
Arena (Kg/m <sup>3</sup> )	655.455	644.39
Piedra (Kg/m <sup>3</sup> )	1120.387	1101.478

TABLA ( 30 ) . RESUMEN DE LA CANTIDAD EN PESO SECO DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO PARA RESISTENCIAS DE  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  y  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .

Resumen de proporciones en peso y volumen par agregados con contenido de humedad : Arena = 3.9% ; Piedra = 0.30 %

Proporción en peso  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  = 1 : 2.08 : 3.44 : 23.04lts/saco

Proporción en Volumen  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  = 1 : 2 : 3.05 : 23.04lts/saco

Proporción en peso  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  = 1 : 1.84 : 3.04 : 20.78lts/saco

Proporción en Volumen  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  = 1 : 1.77 : 2.70 : 20.78lts/saco

## CAPITULO VI

---

### VI. CONCLUSIONES.

6.1. La aplicación del Método del Agregado Global y Módulo de Finura para diseño de mezcla de concreto en la ciudad de Tarapoto, nos permite obtener resultados mas satisfactorios en comparación con el método del ACI por las siguientes razones :

- Considerando que la cantera del Río Cumbaza es la mas utilizada en nuestro medio y esta conformada en su mayoría por arenas finas cuyos Módulos de Finura son menores al mínimo permitido, se demuestra que el Método ACI para este tipo de agregados tiene limitaciones, puesto que solamente es aplicable para arenas cuyos Módulos de Finura son iguales o mayores a 2.4. Mientras el Método del Agregado Global y Módulo de Finura no presenta esta limitación puesto que trabaja con el Módulo de Finura de la Mezcla de agregados.
- Las tablas utilizadas en el método de diseño y dosificación del ACI (Comité 211), para encontrar la relación ( agua / cemento) adecuada en función de la resistencia a compresión especificada, no es representativa cuando se utiliza agregados de las canteras del Río Huallaga y Cumbaza, puesto que como se demostró en el acápite (5.3.2) los valores difieren considerablemente con los obtenidos experimentalmente, induciendo con esto a errores en las proporciones de los materiales cuando se utilizan estas tablas.
- A través de la optimización indirecta de la granulometría del agregado global se obtienen mezclas de concreto mas densas, mas cohesivas y de mayor grado de uniformidad.

- El concepto de Módulo de Finura Global y Agregado Global permite estudiar la conformación del agregado grueso y fino, y determinar una adecuada relación que permite predeterminar la buena calidad del concreto a fabricar.
- El uso del Módulo de Finura de los agregados en el diseño y dosificación del concreto, nos permite modificar las características del concreto en estado fresco y endurecido de una manera controlada.
- Utilizando el Método del Agregado global y Módulo de Finura, podemos estudiar y determinar las imperfecciones granulométricas de los agregados, y por lo tanto modificar la producción de los mismos y perfeccionar la calidad del concreto.

6.2. La combinación granulométrica mas adecuada de la arena del Río Cumbaza con la piedra del Río Huallaga, teniendo en cuenta las propiedades en estado fresco y endurecido obtenidas son para un Modulo de Finura Global = 5.48 .( 37 % de arena y 63% de piedra )

6.3. La Relación agua / cemento Vs. Resistencia a la compresión, más satisfactoria considerando las propiedades del concreto en sus dos estados, utilizando el agregado fino (Cantera Río Cumbaza ), y agregado grueso ( Cantera Río Huallaga ), obedecen a la combinación de agregados cuyo MFG = 5.48 , de acuerdo a :

Resistencia a la compresión a los 28 días en Kg/cm2	Relación agua/cemento experimental en peso
300	0.49
245	0.56
210	0.63
175	0.72

6.4. De acuerdo al diseño mas satisfactorio obtenido experimentalmente, la cantidad mínima de cemento a ser utilizado para resistencias especificadas de 175kg/cm2 y 210kg/cm2, es :

MFG = 5.48 : Arena = 37% ; Piedra = 63%		
Resist. a la compresión para obra Materiales Kg/cm2	175	210
Cemento (Bls/m3)	7.70	8.54
Agua (Lts/m3)	196	196
Arena (Kg/m3)	655.455	644.39
Piedra (Kg/m3)	1120.387	1101.478

RESUMEN DE LA CANTIDAD EN PESO SECO DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO PARA RESISTENCIAS DE F'c = 175 Kg/cm2 y F'c = 210 Kg/cm2.

6.5. El Módulo de Finura es directamente proporcional al asentamiento del concreto, puesto que al aumentar el modulo de finura disminuye la superficie específica, y el concreto necesita menos agua, y al permanecer la misma cantidad de agua, el asentamiento aumenta. Puesto que existe mayor agua que la requerida.

6.6. La relación agregado / cemento promedio obtenido utilizando las canteras del Río Cumbaza y Huallaga, para resistencias que estén dentro de los rangos de 190 kg/cm2 a 225 kg/cm2 , es de 6.50 y 5.50 respectivamente.

6.7. La evolución de la resistencia del concreto , para 7 , 14 y 28 días , es mas lenta en comparación de los concretos normales , teniendo los valores de 64.64% , 81.75% , y 100% respectivamente. Debido a que se utilizo en los ensayos Cemento Pacasmayo Tipo IP adicionado.,Recomendados mayormente para ser utilizados en concretos masivos por su bajo calor de hidratación.

6.8. La consistencia mas adecuada obtenida mediante la prueba del asentamiento obedeció a la mezcla de concreto cuyo Módulo de Finura Global es 5.48, con un volumen unitario de agua = 196 lts/m<sup>3</sup>.

6.9. El considerable porcentaje de finos en el agregado fino de la arena de Río Cumbaza, aumenta la superficie específica de la mezcla de agregados y por consiguiente se tendría que necesitar mayor pasta de cemento para cubrir toda la superficie, sin embargo el agregado grueso que utilizamos se encuentra dentro de los límites granulométricos de la norma, esto nos permitió mediante la mezcla de ambos compensar las deficiencias del agregado fino y tener un agregado global satisfactorio.



## CAPITULO VII

---

### VII. RECOMENDACIONES.

7.10. Considerando que la cantera del Río Cumbaza representa un agregado marginal, ya que la granulometría de su arena como la resistencia mecánica de la piedra no cumple con los requisitos mínimos que da la norma para su utilización en concreto, se debe elaborar una norma local, que determine su aptitud para ser utilizado o no en obras de edificación. Puesto que si aplicamos la norma vigente NTP 400.037, sobre requisitos de los agregados, limita su utilización, sin embargo hasta la fecha se sigue utilizando indiscriminadamente.

7.20. Es necesario seguir desarrollando estos estudios aplicando el mismo método, pero analizando canteras diferentes a fin de preparar criterios que permitan establecer zonas de Módulo de Finura Global, en las ciudades mas importantes de la Región San Martín, para que de esta manera podamos tener registros sobre características de los agregados para concreto, que servirían como una base técnica confiable para elaborar una norma local en todo lo referente a concreto.

7.30. Es necesario enseñar esta metodología de diseño de mezclas, en el curso de Tecnología del Concreto de la UNSM, puesto que en nuestro medio tratamos generalmente con agregados que no cumplen los requisitos que establecen las normas, lo cual permitirá verificar que el comportamiento de los agregados, puedan mejorar las propiedades del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido.

7.40. Es de urgencia realizar cursos técnicos para los maestros de obra y constructores sobre la producción de concretos de calidad en obra, con agregados de nuestra zona, y al mismo tiempo difundir las bondades y limitaciones de los diferentes tipos de agregados que

se utilizan en nuestro medio. A efectos de reducir los errores que actualmente se cometen en el diseño y producción de concreto.

7.50. Para extender el certificado de habitabilidad de las edificaciones y recepción de obras de concreto, el profesional responsable deberá establecer el cumplimiento de las disposiciones reglamentarias respecto al diseño de mezclas. Exigiendó, si fuera necesario, la certificación competente sobre los materiales utilizados.

7.60. Puesto que nuestro territorio tiene diferentes características geográficas y geológicas, las normas sin criterio técnico son justamente, las que hacen que el concreto no tenga un comportamiento satisfactorio, por lo tanto se debe fabricar el concreto utilizando el agregado global ( Módulo de Finura Global ).

7.70. No se recomienda el uso de concreto con agregados de la cantera del Río Cumbaza en obras de pavimentación rígida, puesto que está demostrado que su desgaste por abrasión es mayor a 30% que es la mínima permitida.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA.

- 8.10. ACI – Perú, Diseño y Construcción de Pavimentos y Pisos de Concreto, Lima -Mayo 2001
- 8.20. A.M. Neville y J.J. Brooks. Tecnología del Concreto, México – 1998. ( Primera edición en español ).
- 8.30. Carbajal Pasquel, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto, CIP – PERU . Lima 1998 ( Segunda Edición ).
- 8.40. Cachay Huaman Rafael, Diseño de Mezclas, UNI – Lima 1994.
- 8.50. Cementos Pacasmayo – Rioja, Especificaciones Técnicas.
- 8.60. E. Casaprima, Técnica y Práctica del Hormigón Armado I. Barcelona - España – 1970.
- 8.70. Enrique Pasquel, Ana Biondi y Julio Rivera Feijo, Supervisión de Obras de Concreto, ACI – PERU – 2000
- 8.80. Mena F. Manuel y Carlos J. Mendoza E., Manual de Tecnología del Concreto, Sección I , II y III. UNAM - Mexico – 1994.
- 8.90. Montoya , Mesequer y Morán, Hormigón Armado I, Barcelona - España – 1989( Séptima Edición).
- 8.10. Pinchi Vasquez, Eduardo. Las Mezclas de Concreto y sus Resultados en la Ciudad de Tarapoto, Tesis Tarapoto – 1995.
- 8.11. Panduro R. Kéller, Estudio de Canteras, Tesis – Tarapoto – 1994.
- 8.12. Rivva López, Enrique, Naturaleza y Materiales del Concreto, ACI – PERU. Lima Diciembre 2000.
- 8.13. Rivva López Enrique. Diseño de Mezclas. PERU – Lima 1992.
- 8.14. Rivva , Harman , Pasquel , Badonio , Romero, Tecnología del Concreto. ACI – PERU - 1998
- 8.15. Roger Meléndez Ganoza, Resultados Comparativos de diseño de mezclas de concreto con agregados de los Ríos Cumbaza y Huallaga.,Tesis – Tarapoto – 1996.
- 8.16. Salcedo de la Vega, Carlos, Tecnología del Cocreto, San Marcos – Lima 1982

### **Normas Técnicas Consultadas:**

- Análisis por tamices para la determinación de la granulometría de los agregados fino y grueso , de acuerdo a ASTM C 136 o NTP 400.012
- Material Mas fino que la malla No. 200 en el agregado determinado por lavado, de acuerdo a ASTM C 117.
- Impurezas Orgánicas en el agregado fino , de acuerdo a ASTM C 40 o NTP 400.013
- Peso Unitario y Vacíos en el Agregado , de acuerdo a ASTM C 29 o C 29M; NTP 400.017.
- Peso Especifico y Absorción en el agregado grueso de acuerdo a ASTM C 127 o NTP 400.021.
- Peso Especifico y Absorción del Agregado fino de acuerdo a ASTM C 128 O NTP 400.0022.
- Terminología relacionada con los Agregados, de acuerdo a ASTM C 125
- Especificación para tamices a ser empleados en ensayos, de acuerdo a ASTM D 2419
- Dureza del Agregado grueso, de acuerdo a ASTM 851
- Requisitos de los Agregados NTP 400.037 – 1988
- Toma de muestras de agregado NTP 400.010 – 1988
- Agua para concreto – Requisitos NTP 339.088 – 1982
- Toma de muestras concreto fresco NTP 339.036 – 99
- Método de Ensayo para mediciones del asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams.
- Muestras de concreto a ser utilizadas en la preparación de probetas cilíndricas para el ensayo a compresión ITINTEC 339.036 – ITINTEC 339.033
- Método de ensayo para la elaboración , curado y rotura de probetas cilíndricas de concreto, ASTM C 192 - ITINTEC 339.034.

## IX. ANEXOS

---

## ANEXO No. 01

### Análisis de costo por metro cúbico de concreto

Considerando que hasta la fecha en la ciudad de Tarapoto no se comercializa el concreto como producto acabado , es necesario que los agregados sean extraídos de cantera en su estado natural y transportados hasta pie de obra , cuya actividad demanda un costo , que varía en función de la distancia de cantera a pie de obra y las características de los agregados en su estado natural.

Puesto que para nuestro caso tanto el agregado fino como el grueso, se obtendrán de diferentes canteras, distantes una mas que la otra con respecto a la ciudad de Tarapoto , el análisis de costo se desarrollara por separado , pero considerando las mismas actividades. Estas actividades serán :

- *Abastecimiento de Agregado Grueso.* ( Cantera Río Huallaga )
  1. Extracción y Apilado de hormigón : Esta actividad tiene como fin remover los agregados de su estado natural ,para que sean mas manejables y poder realizar posteriormente el zarandeo. Esta actividad lo ejecuta un tractor de oruga de (140 – 160) HP, actividad que deberá desarrollarse en tiempo de estiaje.
  2. Zarandeo en Cantera : Esta actividad tiene como propósito separar el agregado grueso del hormigón , se realizará en dos etapas :
    - Zarandeo Primario : En este primer zarandeo se separará la piedra cuyo diámetro sea mayor a 1 1/2", por medio de una zaranda de 2" , se eliminará el material que se retiene en ella, esta actividad se ejecutará con cargador frontal de (150 – 180)HP.

- Zarandeo Final : Los agregados que pasan la zaranda de 2", serán zarandeados nuevamente sobre una malla No. 4 ( 4.76mm ; 0.20" ), el material que se retiene representará nuestra grava , será ejecutado con personal obrero.
3. Apilado y carguío de Agregado Grueso: Esta actividad se desarrollará con cargador frontal sobre volquetes de 10 m<sup>3</sup>. De capacidad, puesto que la distancia de cantera a la ciudad de Tarapoto es considerable. ( L = 22Km ).
  4. Transporte de Agregado Grueso: Utilizando volquetes de 10 m<sup>3</sup>. Y considerando una velocidad promedio de 30km/h , el ciclo promedio es de 120 min. Aproximadamente, teniendo una producción promedio de 40 m<sup>3</sup>/día.
- *Abastecimiento de Agregado Fino.* ( Cantera Río Cumbaza )
5. Extracción y Apilado de hormigón : Esta actividad tiene como fin remover los agregados de su estado natural ,para que sean mas manejables y poder realizar posteriormente el zarandeo. Esta actividad lo ejecuta un tractor de oruga de (140 – 160) HP, actividad que deberá desarrollarse en tiempo de estiaje.
  6. Zarandeo en Cantera : Esta actividad tiene como propósito separar el agregado Fino del hormigón , se realizará en dos etapas :
    - Zarandeo Primario : En este primer zarandeo se separará la piedra cuyo diámetro sea mayor a 1/2", por medio de una zaranda de 3/4" , se eliminará el material que se retiene en ella, esta actividad se ejecutará con cargador frontal de (150 – 180)HP.
    - Zarandeo Final : Los agregados que pasan la zaranda de 3/4" , serán zarandeados nuevamente sobre una malla de 3/8", el material que pase esta zaranda será nuestra arena , será ejecutado con personal obrero.

7. Apilado y carguío de Agregado Fino: Esta actividad se desarrollará con cargador frontal sobre volquetes de 4 m<sup>3</sup>. De capacidad, puesto que la distancia de cantera a la ciudad de Tarapoto es corta. (  $L = 6 \text{ Km}$  ).
8. Transporte de Agregado Fino: Utilizando volquetes de 4 m<sup>3</sup>. Y considerando una velocidad promedio de 25 km/h , el ciclo promedio es de 48 min. Aproximadamente, teniendo una producción promedio de 38 m<sup>3</sup>/día.



Resumen general

Obra 0303001 IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
Propietario 02100010 UNSM  
Lugar 220901 TARAPOTO  
Fecha 21/11/2002

#	Descripción Fórmula	Costo Directo	Total Fórmula
01	CANtera DEL RÍO CUMBAZA - ( Sector Santa Rosa ).	38.10	38.10
02	CANtera DEL RÍO HUALLAGA- ( Sector Shapaja ).	62.93	62.93
03	CONCRETO 175 Kg/cm2	227.20	227.20
04	CONCRETO 210 Kg/cm2	241.16	241.16
TOTALES		569.39	569.39

Presupuesto

Obra 0303001 IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
Fórmula 01 CANTERA DEL RIO CUMBAZA - ( Sector Santa Rosa ).  
Cliente UNSM  
Departamento SAN MARTIN Provincia SAN MARTIN  
Tarieta 0001 Costo al 21/11/2002  
Distrito TARAPOTO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>ABASTECIMIENTO DE AGREGADO FINO</b>						
01.01.00	EXTRACCION Y APILAMIENTO RENDIMIENTO=370 M3/DIA	M3	1.00	3.25	3.25		
01.02.00	ZARANDEO PRIMARIO	M3	1.00	10.72	10.72		
01.03.00	ZARANDEO FINAL	M3	1.00	5.19	5.19		
01.04.00	APILADO Y CARGUIO	M3	1.00	2.22	2.22		
01.05.00	TRANSPORTE DE ARENA ( Dist. = 6 Km ).	M3	1.00	16.72	16.72		38.10

COSTO DIRECTO 38.10

SON : TRENTIOCHO Y 10/100 NUEVOS SOLES

Obra	0303001	IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO		
Fórmula	01	CANTERA DEL RÍO CUMBAZA - ( Sector Santa Rosa ).	Fecha	21/11/2002

Partida		EXTRACCION Y APILAMIENTO RENDIMIENTO=370 M3/DIA				
Rendimiento		Costo unitario directo por : M3				
01.01.00		340.000 M3/DIA				
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de Obra</b>						
70101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0047	6.25	0.03
70104	PEON	HH	2.00	0.0471	3.12	0.15
						<b>0.18</b>
<b>Equipos</b>						
170101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.18	0.01
190434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.00	0.0235	130.00	3.06
						<b>3.07</b>

Partida	01.02.00	ZARANDEO PRIMARIO				
Rendimiento	85.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			10.72
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0188	6.25	0.12
470104	PEON	HH	1.00	0.0941	3.12	0.29
						<b>0.41</b>
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.41	0.01
490411	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	0.90	0.0847	120.00	10.16
490813	ZARANDA Diam 2"	HM	0.80	0.0753	1.87	0.14
						<b>10.31</b>

Partida	01.03.00	ZARANDEO FINAL				
Rendimiento	85.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3			5.19
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0188	6.25	0.12
470103	OFICIAL	HH	0.20	0.0188	4.37	0.08
470104	PEON	HH	16.00	1.5059	3.12	4.70
						<b>4.90</b>
	<b>Equipos</b>					
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.90	0.15
491451	ZARANDA No. 4. ( Diam. 4.76mm ).	HM	0.80	0.0753	1.87	0.14
						<b>0.29</b>

Partida	01.04.00	APILADO Y CARGUIO					
Rendimiento	450.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3				2.22
Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial	
	Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0036	6.25	0.02	
470104	PEON	HH	1.00	0.0178	3.12	0.06	
						0.08	
	Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.08	0.00	
490411	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	1.00	0.0178	120.00	2.14	
						2.14	

Análisis de precios unitarios

Obra	0303001	IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO			
Fórmula	01	CANTERA DEL RÍO CUMBAZA - ( Sector Santa Rosa ).			
Partida	01.05.00	TRANSPORTE DE ARENA ( Dist. = 6 Km ).			
Rendimiento	36.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		16.72

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470382	OFICIAL CONTROLADOR	HH	0.50	0.1111	5.50	0.61
						0.61
Materiales						
320195	ARBITRIO MUNICIPAL ( Extracción de agregados ).	M3		1.0000	5.00	5.00
						5.00
Equipos						
481101	VOLQUETE DE 4 M3	HM	1.00	0.2222	50.00	11.11
						11.11

Presupuesto

Obra 0303001 IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
Fórmula 02 CANTERA DEL RÍO HUALLAGA- ( Sector Shapaja ).  
Cliente UNSM  
Departamento SAN MARTIN Provincia SAN MARTIN  
Tarieta 0001 Costo al 21/11/2002  
Distrito TARAPOTO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<b>ABASTECIMIENTO DE AGREGADO GRUESO</b>						
01.01.00	EXTRACCION Y APILAMIENTO RENDIMIENTO=340 M3/DIA	M3	1.00	3.25	3.25		
01.02.00	ZARANDEO PRIMARIO	M3	1.00	10.72	10.72		
01.03.00	ZARANDEO FINAL	M3	1.00	5.19	5.19		
01.04.00	APILADO Y CARGUIO	M3	1.00	2.22	2.22		
01.05.00	TRANSPORTE DE PIEDRA ( Dist. = 22 Km )	M3	1.00	41.55	41.55		62.93
	COSTO DIRECTO						62.93

**SON : SESENTIDOS Y 93/100 NUEVOS SOLES**

Análisis de precios unitarios

Obra	0303001	IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO			
Fórmula	02	CANTERA DEL RÍO HUALLAGA- ( Sector Shapaja ).		Fecha	21/11/2002
Partida	01.01.00	EXTRACCION Y APILAMIENTO	RENDIMIENTO=340 M3/DIA		
Rendimiento	340.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		3.25

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0047	6.25	0.03
470104	PEON	HH	2.00	0.0471	3.12	0.15
						0.18
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.18	0.01
490434	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240 HP	HM	1.00	0.0235	130.00	3.06
						3.07

Partida	01.02.00	ZARANDEO PRIMARIO			
Rendimiento	85.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		10.72

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0188	6.25	0.12
470104	PEON	HH	1.00	0.0941	3.12	0.29
						0.41
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.41	0.01
490411	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	0.90	0.0847	120.00	10.16
490813	ZARANDA Diam.2'	HM	0.80	0.0753	1.87	0.14
						10.31

Partida	01.03.00	ZARANDEO FINAL			
Rendimiento	85.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		5.19

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0188	6.25	0.12
470103	OFICIAL	HH	0.20	0.0188	4.37	0.08
470104	PEON	HH	16.00	1.5059	3.12	4.70
						4.90
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.90	0.15
491451	ZARANDA No. 4. ( Diam. 4.76mm ).	HM	0.80	0.0753	1.87	0.14
						0.29

Partida	01.04.00	APILADO Y CARGUIO			
Rendimiento	450.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		2.22

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcia
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0036	6.25	0.01
470104	PEON	HH	1.00	0.0178	3.12	0.01
						0.0
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.08	0.0
490411	CARGADOR S/LLANTAS 160-195 HP 3.5 YD3.	HM	1.00	0.0178	120.00	2.1
						2.1

<b>Obra</b>	0303001 II COSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO
<b>Fórmula</b>	02 CANTERA DEL RÍO HUALLAGA- ( Sector Shapaja ).

**Fecha** 21/11/2002

<b>Partida</b>	01.05.00	TRANSPORTE DE PIEDRA ( Dist. = 22 Km )	
<b>Rendimiento</b>	40.000	M3/DIA	<b>Costo unitario directo por : M3</b> 41.55

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
	<b>Mano de Obra</b>					
470382	OFICIAL CONTROLADOR	HH	0.50	0.1000	5.50	0.55
						<b>0.55</b>
	<b>Materiales</b>					
320195	ARBITRIO MUNICIPAL ( Extracción de agregados ).	M3		1.0000	15.00	15.00
						<b>15.00</b>
	<b>Equipos</b>					
481104	VOLQUETE DE 10 M3	HM	1.00	0.2000	130.00	26.00
						<b>26.00</b>

Presupuesto

Obra0303001 IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
Fórmula03 CONCRETO 175 Kg/cm2  
ClienteUNSM  
DepartamentoSAN MARTINProvinciaSAN MARTINTarieta0001Costo al21/11/2002  
DistritoTARAPOTO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u>						
01.01.00	CONCRETO FC=175 KG/CM2	M3	1.00	227.20	227.20		227.20
	COSTO DIRECTO						227.20

SON : DOSCIENTOS VEINTISIETE Y 20/100 NUEVOS SOLES



Análisis de precios unitarios

Obra	0303001	COSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO		Fecha	21/11/2002
Fórmula	03	CONCRETO 175 Kg/cm2			
Partida	01.01.00	CONCRETO FC=175 KG/CM2			
Rendimiento	25.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		227.20

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0640	6.25	0.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.6400	5.00	3.20
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.6400	4.37	2.80
470104	PEON	HH	10.00	3.2000	3.12	9.98
						16.38
Materiales						
040108	ARENA	M3		0.4600	38.10	17.53
053303	PIEDRA	M3		0.7900	62.93	49.71
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		7.7000	17.50	134.75
390500	AGUA	M3		0.1900	1.80	0.34
						202.33
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.38	0.49
480111	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11P3	HM	1.00	0.3200	15.00	4.80
495202	VIBRADOR DE 4 HP CAP.=1.50"	HM	1.00	0.3200	10.00	3.20
						8.49

S10  
Bach. Jose L. Gonzales Garcia.

Página : 1  
Fecha : 13/03/03 11:43:16a.m.

Presupuesto

Obra 0303001 IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO  
Fórmula 04 CONCRETO 210 Kg/cm2  
Cliente UNSM  
Departamento SAN MARTIN Provincia SAN MARTIN  
Tarjeta 0001 Costo al 21/11/2002  
Distrito TARAPOTO

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal	Total
01.00.00	<u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u>						
01.01.00	CONCRETO FC=210 KG/CM2	M3	1.00	241.16	241.16		241.16
	COSTO DIRECTO						241.16

SON : DOSCIENTOS CUARENTIUNO Y 16/100 NUEVOS SOLES

Análisis de precios unitarios

Obra	0303001	IICOSTO DE AGREGADOS Y CONCRETO		Fecha	21/11/2002
Fórmula	04	CONCRETO 210 Kg/cm2			
Partida	01.01.00	CONCRETO FC=210 KG/CM2			
Rendimiento	25.000	M3/DIA	Costo unitario directo por : M3		241.16

Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de Obra						
470101	CAPATAZ	HH	0.20	0.0640	6.25	0.40
470102	OPERARIO	HH	2.00	0.6400	5.00	3.20
470103	OFICIAL	HH	2.00	0.6400	4.37	2.80
470104	PEON	HH	10.00	3.2000	3.12	9.98
						16.38
Materiales						
040108	ARENA	M3		0.4900	38.10	18.67
053303	PIEDRA	M3		0.7600	62.93	47.83
210000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42 5KG)	BOL		8 5400	17.50	149.45
390500	AGUA	M3		0.1900	1.80	0.34
						216.29
Equipos						
370101	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.38	0.49
480111	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11P3	HM	1.00	0.3200	15.00	4.80
490703	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.00	0.3200	10.00	3.20
						8.49

En cuanto al costo por metro cúbico obtenido utilizando las canteras del Río Cumbaza y Río Huallaga para arena y piedra respectivamente, presenta un aumento considerable con respecto a los costos en nuestro medio, la diferencia del costo reside en el costo de transporte por metro cúbico de agregado y la cantidad de cemento utilizado para cada resistencia especificada, actualmente el metro cúbico de hormigón de la cantera del Río Cumbaza esta aproximadamente S/. 25.00 Nuevos Soles, una diferencia de S/. 13.00 Nuevos Soles por metro cúbico con respecto al costo que determinamos para agregado fino, esto debido a que el material que estamos considerando es zarandeado, puesto que la norma no permite utilizar hormigón para obras de concreto armado.

El costo de agregado de la cantera del Río Huallaga por metro cúbico transportado, se determinó en S/. 62.93 Nuevos Soles, puesto que también el material es zarandeado y está a una distancia considerable de la ciudad de Tarapoto.

Los costos por metro cúbico de concreto determinados para resistencias de 175kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup>, se justifican desde el punto de vista técnico, puesto que aunque el costo de transporte de material es mayor, optimizamos la cantidad de cemento utilizando la piedra del Río Huallaga combinándolos con el agregado fino de la cantera del Río Cumbaza adecuadamente, lo que nos permite tener un concreto confiable y que nos va a garantizar un funcionamiento satisfactorio, puesto que obedece a bases y normas técnicas.

**ANEXO No.2**

---

**ENSAYO DE MATERIALES**

## PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

Cobra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado :	
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA
Cantera :	HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA	Fecha :	TARAPOTO 23 / 03 /02

### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

ASTM C 128 - NTP 400.022

ESTRUCTURA :

UBICACIÓN :

MUESTRA : CALICATA 1 -2 -3

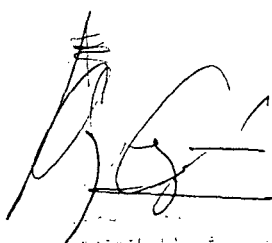
FIOLA No.	1	2	3	PRCM.	K	VALOR
Temperatura de Ensayo C.	28.00	28.00	28.00			
Peso de la muestra seca ( gr )	494.20	495.50	494.50			
Peso de la muestra SSS ( gr )	500.00	500.00	500.00			
Peso Fiola + agua + muestra ( gr )	958.30	1029.20	1021.10			
Peso Fiola + agua ( gr )	649.30	718.30	711.20			
Peso específico Aparente	2.67	2.68	2.68	2.68	0.999	2.67
Peso específico SSS	2.62	2.64	2.63	2.63	0.999	2.63
Peso específico de masa	2.59	2.62	2.60	2.60	0.999	2.60
Absorción ( % )	1.17	0.91	1.11	1.06		1.06

Observaciones :

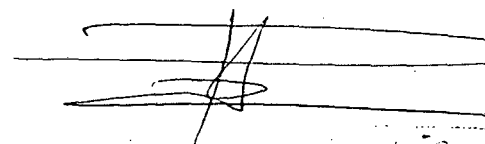
Peso específico del agua a 28 C = 0.99626 , K = 0.99626 / 0.99756 = .998696

Peso específico del agua a 23 C = .99756

A = PESO DE LA MUESTRA SECA	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = $[(500-A)/A] \times 100$
B = PESO DE LA FIOLA CON AGUA A TEMP. CONSTANTE	PESO ESPECIFICO APARENTE = $A / (B+A-C)$
C = PESO DE LA FIOLA, AGUA Y MUESTRA A TEMP. CONSTANTE	PESO ESPECIFICO SSS = $500 / (B+500-C)$
	PESO ESPECIFICO DE MASA = $A/(B+500-C)$



UN. L.



Jose L. Gonzales Garcia

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS**

Obra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado :	
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA.
Cantera :	HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA	Fecha :	TARAPOTO 23 / 03 /02

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO**

ASTM C 127 - NTP 400.021

ESTRUCTURA :

UBICACION :

MUESTRA :

CALICATA 1-2-3

RECIPIENTE No.	1	2	3	PRCM.	K	VALOR
Peso seco de la muestra ( gr )	4971.00	4977.50	4974.00			
Peso sss de la muestra al aire ( gr )	5000.00	5000.00	5000.00			
Peso sss de la muestra al agua ( gr )	3071.00	3068.00	3066.00			
Peso específico Aparente	2.62	2.61	2.61	2.61	1.00	2.61
Peso específico SSS	2.59	2.59	2.59	2.59	1.00	2.59
Peso específico de masa	2.58	2.58	2.57	2.58	1.00	2.58
Absorción ( % )	0.58	0.45	0.52	0.52	1.00	0.52
Observaciones :						

Valor de K , coeficiente para corrección por temperatura de ensayo.

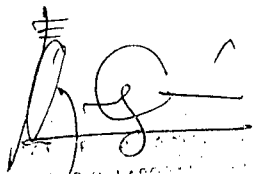
A = PESO SECO DE LA MUESTRA

PESO ESPECÍFICO APARENTE =  $A / (B - C)$ 

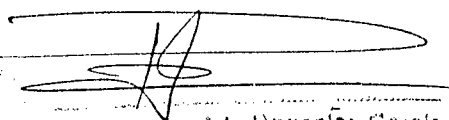
B = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AIRE

PESO ESPECÍFICO SSS =  $B / (B - C)$ 

C = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AGUA

PESO ESPECÍFICO DE MASA =  $A / (A - C)$ % ABSORCIÓN =  $100 \times (B - A) / A$ 


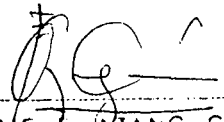
Jose L. Gonzales Garcia

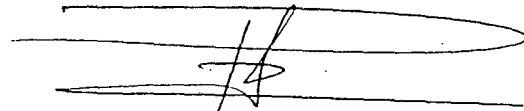


Recd. Ing. Jose L. Gonzales Garcia  
I.E. 81147960

▪ CANTERA CUMBAZA

<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS</b>						
Obra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado :				
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA			
Cantera :	CUMBAZA - SECTOR SANTA ROSA	Fecha :	TARAPOTO 25 / 03 / 02			
<b>PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO</b>						
ASTM C 127 - NTP 400.021						
ESTRUCTURA :						
UBICACIÓN :						
MUESTRA : CALICATA 1 - 2 - 3						
RECIPIENTE No.	1	2	3	PRCM.	K	VALOR
Peso seco de la muestra ( gr )	4891.50	4892.50	4918.50			
Peso sss de la muestra al aire ( gr )	5000.00	5000.00	5000.00			
Peso sss de la muestra al agua ( gr )	2965.50	2962.50	2966.50			
Peso específico Aparente	2.54	2.53	2.52	2.53	1.00	2.53
Peso específico SSS	2.46	2.45	2.46	2.46	1.00	2.46
Peso específico de masa	2.40	2.40	2.42	2.41	1.00	2.41
Absorción ( % )	2.22	2.20	1.66	2.02	1.00	2.02
Observaciones :						
Valor de K, coeficiente para corrección por temperatura de ensayo.						
A = PESO SECO DE LA MUESTRA			PESO ESPECIFICO APARENTE = $A / (B - C)$			
B = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AIRE			PESO ESPECIFICO SSS = $B / (B - C)$			
C = PESO SSS DE LA MUESTRA AL AGUA			PESO ESPECIFICO DE MASA = $A / (A - C)$			
			% ABSORCION = $100 \times (B - A) / A$			

  
**JAIME E. AZANG GARCIA**  
 OPERARIO Y PATRONISTA EN  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
 DNI: 01149548

  
**Bach. Ing. José L. Gonzales Garcia**  
 TESISISTA  
 A.T. 31147980



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS**

Obra :	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado :	
Lugar :	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN	Hecho por :	JOSE L. GONZALES GARCIA
Cantera :	CUMBAZA - SECTOR SANTA ROSA	Fecha :	TARAPOTO 25 / 03 / 02

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO**

ASTM C 128 - NTP 400.022

ESTRUCTURA :

UBICACIÓN :

MUESTRA :

CALICATA 1-2-3

FIOLA No.	1	2	3	PROM.	K	VALOR
Temperatura de Ensayo C.	31.00	31.00	31.00			
Peso de la muestra seca ( gr )	497.50	497.40	497.00			
Peso de la muestra SSS ( gr )	500.00	500.00	500.00			
Peso Fiola + agua + muestra ( gr )	955.12	1023.56	1017.21			
Peso Fiola + agua ( gr )	648.80	717.50	709.50			
Peso específico Aparente	2.60	2.60	2.63	2.61	0.9973	2.60
Peso específico SSS	2.58	2.58	2.60	2.59	0.9973	2.58
Peso específico de masa	2.57	2.56	2.58	2.57	0.9973	2.57
Absorción ( % )	0.50	0.52	0.60	0.54		0.54

Observaciones :


Peso específico del agua a 28 C = 0.99626 , K = 0.99626 / 0.99756 = .998696

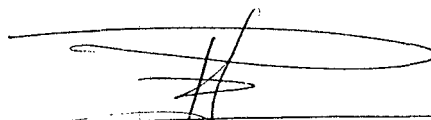
Peso específico del agua a 23 C = .99756

A = PESO DE LA MUESTRA SECA	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN = $[(500-A)/A] \times 100$
B = PESO DE LA FIOLA CON AGUA A TEMP. CONSTANTE	PESO ESPECÍFICO APARENTE = $A / (B+A-C)$
C = PESO DE LA FIOLA, AGUA Y MUESTRA A TEMP. CONSTANTE.	PESO ESPECÍFICO SSS = $500 / (B+500-C)$
	PESO ESPECÍFICO DE MASA = $A/(B+500-C)$

**4.2.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO.**

- CANTERA DEL CUMBAZA

  
**JAIME F. AZANG GARCIA**  
 OPERARIO LABORATORISTA EN  
 ENSAYOS DE MATERIALES  
 DNI: 01148648

  
**Bach. Ing. José L. Gonzales García**  
 RESISTA  
 L.E. 01147960

**ANALISI GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

ASTM C 136 - NTP 400.012

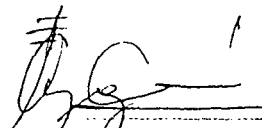
Obra: TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL  
 Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
 Cantera: CUMBAZA - SECTOR SANTA ROSA - AGREGADO FINO

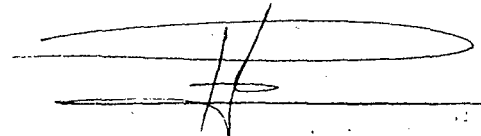
Certificado :  
 Hecho por: JOSE L. GONZALES GARCÍA  
 Fecha : TARAPOTO 22 / 03 / 02

TAMIZ	ABERT.	PORCENTAJE							CARACTERISTICAS FISICAS	
ASTM	mm	Retenido(a)	Retenido(b)	Retenido ©	Retenido (d)	Promedio Ret.	Acumulado	Que Pasa		
3"	76.2					0.00	0.00	100.00	MODULO DE FINURA	2.053
2 1/2"	63.5					0.00	0.00	100.00	TAMAÑO MAXIMO	
2"	50.8					0.00	0.00	100.00	PESO ESPECÍFICO	2.66
1 1/2"	38.1					0.00	0.00	100.00	IMPUREZAS ORGÁNICAS	
1"	25.4					0.00	0.00	100.00	% HUMEDAD	
3/4"	19.05					0.00	0.00	100.00	% ABSORCIÓN	0.54
1/2"	12.7					0.00	0.00	100.00	MATERIAL < # 200	3.93
3/8"	9.525					0.00	0.00	100.00	% DE ARCILLA Y PART. DEZM.	
No. 4	4.76	2.44	2.83	2.00	2.81	2.52	2.52	97.48	PESO UNITARIO SUELTO	
No. 8	2.36	2.29	2.39	2.20	2.73	2.40	4.92	95.08	PESO UNITARIO COMPACTADO	
No. 16	1.18	5.54	6.25	5.90	6.39	6.02	10.94	89.06	Calicata No. 1 - 2 - 3	
No. 30	0.59	17.44	18.86	18.12	18.20	18.16	29.10	70.90	Observaciones:	
No. 50	0.295	36.90	36.83	37.47	36.35	36.89	65.99	34.02	Peso muestra (a) = 515.52 gr.	
No. 100	0.1475	27.27	25.16	26.07	25.00	25.88	91.86	8.14	Peso muestra (b) = 501.33 gr.	
No. 200	0.0737	4.32	4.05	4.29	4.17	4.21	96.07	3.93	Peso muestra (c) = 510.94 gr.	
< # 200		3.80	3.63	3.95	4.35	3.93	100.00		Peso muestra (d) = 506.71 gr.	
Total		100.00	100.00	100.00	100.00					

**% DE AGREGADO FINO EN EL HORMIGON DE CANT. CUMBAZA**

	MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ No 3/8"						Promedio	OBSERVACIONES
Muestra Hormigon	01 - Total muestra = 12789 g.		02 - Total muestra = 10500 g.		03 - Total muestra = 8340 g.		en % > 3 / 8 "	
	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso		
Muestra Representativa	2144.5	82.45	8578.5	81.7	6680.4	80.1	81.4	

  
 JAIME E. ZANG GARCIA

  
 Jose L. Gonzales Garcia

# ANALISI GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

Obra: TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL

Lugar: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

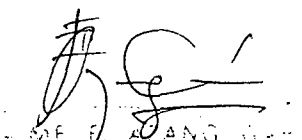
Cantera: HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA - AGREGADO FINO

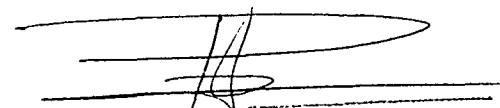
Certificado:

Hecho por: JOSE L. GONZALES GARCÍA

Fecha: TARAPOTO 22/03/02

TAMIZ	ABERT.	PORCENTAJE							CARACTERISTICAS FISICAS	
ASTM	mm	Retenido(a)	Retenido(b)	Retenido ©	Retenido (d)	Promedio Ret.	Acumulado	Que Pasa		
3"	76.2					0	0	100	MODULO DE FINURA	2.19
2 1/2"	63.5					0	0	100	TAMAÑO MAXIMO	
2"	50.8					0	0	100	PESO ESPECIFICO	2.53
1 1/2"	38.1					0	0	100	IMPUREZAS ORGÁNICAS	
1"	25.4					0	0	100	% HUMEDAD	
3/4"	19.05					0	0	100	% ABSORCIÓN	1.06
1/2"	12.7					0	0	100	MATERIAL < # 200	6.3
3/8"	9.525					0	0	100	% DE ARCILLA Y PART. DEZM.	
No. 4	4.76	9.95	11.93	8.68	8.23	9.6975	9.6975	90.3025	PESO UNITARIO SUELTO	
No. 8	2.36	6.5	7.81	6.10	6.12	6.6325	16.33	83.67	PESO UNITARIO COMPACTADO	
No. 16	1.18	8.34	8.57	8.00	7.91	8.205	24.535	75.465	Calicata No. 1 - 2	
No. 30	0.59	7.53	7.28	7.03	7.55	7.3475	31.8825	68.1175	Observaciones:	
No. 50	0.295	20.2	18.72	22.6	19.23	20.1875	52.07	47.93	Peso muestra (a) = 527.59 gr.	
No. 100	0.1475	31.77	31.33	32.4	33.56	32.265	84.335	15.665	Peso muestra (b) = 516.50gr.	
No. 200	0.0737	8.97	8.49	9.29	10.87	9.405	93.74	6.26	Peso muestra (a) = 510.51 gr.	
< # 200		6.74	5.87	5.9	6.53	6.26	100		Peso muestra (b) = 509.33gr.	
Total		100	100	100	100					

  
 JOSE L. GONZALES GARCIA  
 COORDINADOR LABORATORIO DE  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 DNE 01147960

  
 Bach. Ing. José L. Gonzales Garcia  
 IESISIA  
 I.E. 01147960 Jose L. Gonzales Garcia

0303

## ANALISI GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM C 136 - NTP 400.012

Obra:	TESIS - DISEÑO DE MEZCLA AGREGADO GLOBAL	Certificado :	
Lugar:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN	Hecho por:	JOSE L. GONZALES GARCÍA
Cantera:	HUALLAGA - SECTOR SHAPAJA - AGREGADO GRUESO	Fecha :	TARAPOTO 03/04/02

TAMIZ	ABERT.	PORCENTAJE							CARACTERISTICAS FISICAS	
ASTM	mm	Retenido(a)	Retenido(b)	Retenido ©	Retenido (d)	Prom. Ret.	Acumulado	Que Pasa		
3"	76.2					0	0	100	MODULO DE FINURA	7.4995
2 1/2"	63.5					0	0	100	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	1 1/2"
2"	50.8					0	0	100	PESO ESPECÍFICO	2.57
1 1/2"	38.1	2.13	6	5.3	3.44	4.2175	4.2175	95.7825	IMPUREZAS ORGÁNICAS	
1"	25.4	31.13	22.89	23.96	28.2	26.545	30.7625	69.2375	% HUMEDAD	
3/4"	19.05	20.35	24.1	24.53	22.47	22.8625	53.625	46.375	% ABSORCIÓN	0.57
1/2"	12.7	28.7	28.3	27.98	28.34	28.33	81.955	18.045	MATERIAL < # 200	
3/8"	9.525	10.14	10.95	10.45	10.05	10.3975	92.3525	7.6475	% DE ARCILLA Y PART. DEZM.	
No. 4	4.76	7.3	7.55	7.46	7.28	7.3975	99.75	0.25	PESO UNITARIO SUELTO	
No. 8	2.36	0.25	0.21	0.32	0.22	0.25	100	0	PESO UNITARIO COMPACTADO	
No. 16	1.18	0	0	0	0	0	100	0	Calicata No. 1 - 2 - 3	
No. 30	0.59	0	0	0	0	0	100	0	Observaciones:	
No. 50	0.295	0	0	0	0	0	100	0	Peso muestra (a) = 12170 gr.	
No. 100	0.1475	0	0	0	0	0	100	0	Peso muestra (b) = 20383gr.	
No. 200	0.0737	0	0	0	0	0	100	0	Peso muestra (c) = 15320gr.	
< # 200		0	0	0	0	0	100		Peso muestra (d) = 18543gr.	
<b>Total</b>		100	100	100	100					

## % DE AGREGADO GRUESO EN EL HORMIGON DE CANT. HUALLAGA

	MATERIAL RETENIDO EN EL TAMIZ No 4						Promedio	OBSERVACIONES
Muestra Hormigon	01 - Total muestra = 19366 g.		02 - Total muestra = 32480 g.		03 - Total muestra = 24453 g.		en % > No. 4	
	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso	Peso en gr.	% En peso		
Muestra Representativa	12191	62.95	20394	62.78	15355	62.79	62.84	

JAIME F. AZANG GARCÍA  
OPERARIO LABORATORISTA EN

Bach. Ing. José L. Gonzales García

TESISTA

José L. Gonzales García

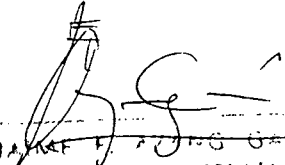
## 4.2.3. Peso Unitario del Agregado.

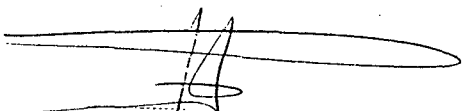
▪ **Peso Unitario Suelto.** ( Agregado Grueso - Cantera Huallaga ).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $\frac{1}{2}$ pie <sup>3</sup> ) ( gr )	9970	9970	9970	
Volumen del molde ( $\frac{1}{2}$ pie <sup>3</sup> ) ( cm <sup>3</sup> )	14158.423	14158.423	14158.423	
Peso molde mas muestra. ( gr )				
Peso de la grava ( gr )	23518	23780	23654	
Peso volumétrico suelto ( gr / cm <sup>3</sup> )	1.661	1.679	1.670	1.67
Peso volumétrico suelto ( Kg / m <sup>3</sup> )				1670

▪ **Peso Unitario Compactado.** ( Agregado Grueso - Cantera Huallaga ).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $\frac{1}{2}$ pie <sup>3</sup> ) ( gr )	9970	9970	9970	
Volumen del molde ( $\frac{1}{2}$ pie <sup>3</sup> ) ( cm <sup>3</sup> )	14158.423	14158.423	14158.423	
Peso molde mas muestra. ( gr )				
Peso de la grava ( gr )	24714	24654	24574	
Peso volumétrico compact. ( gr / cm <sup>3</sup> )	1.745	1.741	1.735	1.74
Peso volumétrico compact. ( Kg / m <sup>3</sup> )				1740

  
 J. L. GONZALEZ GARCIA  
 OPERARIO LABORATORISTA EN  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 DNI: 01148648

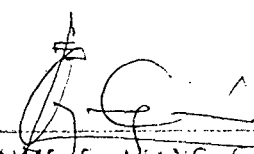
  
 Bach. Ing. José L. Gonzales García  
 INGENIERO


▪ **Peso Unitario Suelto.** ( Agregado Fino - Cantera Cumbaza).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( gr )	1186	1186	1186	
Volumen del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( $\text{cm}^3$ )	2800	2800	2800	
Peso molde mas muestra. ( gr )				
Peso de la arena ( gr )	4178	4196	4181	
Peso volumétrico suelto. ( gr / $\text{cm}^3$ )	1.492	1.498	1.493	1.494
Peso volumétrico suelto. ( Kg / $\text{m}^3$ )				1494

▪ **Peso Unitario Compactado.** ( Agregado Fino - Cantera Cumbaza).

ENSAYO No.	1	2	3	Promedio
Peso del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( gr )	1186	1186	1186	
Volumen del molde ( $1/10 \text{ pie}^3$ ) ( $\text{cm}^3$ )	2800	2800	2800	
Peso molde mas muestra. ( gr )	5706	5704	5706	
Peso de la arena ( gr )	4520	4518	4520	
Peso volumétrico compact. ( gr / $\text{cm}^3$ )	1.614	1.613	1.614	1.6136
Peso volumétrico compact. ( Kg / $\text{m}^3$ )				1613.6

  
**JAYME E. YANG GARCIA**  
 OPERARIO LABORATORISTA EN  
 ENSAYO DE MATERIALES  
 DNI: 01148648

  
**Bach. Ing. José L. Gonzales Garcia**  
 TECNICO  
 L.E. 01147551

**ANEXO No.3**

---

**ROTURA DE PROBETAS**



## RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 2

### DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por : Bach. José Luis Gonzales García

Lugar de rotura : Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAIAL kg/cm2
A - 2 - 1	12985	182.41	0.6	17500	90.53	1.6446	7 días	148.89
A - 2 - 2	12670	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 2 - 3	12897	182.41	0.6	17250	89.28	1.6446	7 días	146.84
A - 2 - 4	12792	182.41	0.6	24750	126.72	1.6446	14 días	208.40
A - 2 - 5	12911	182.41	0.6	24500	125.47	1.6446	14 días	206.35
A - 2 - 6	12985	182.41	0.6	25250	129.21	1.6446	14 días	212.50
A - 2 - 7	12901	182.41	0.6	27000	137.95	1.6446	28 días	226.87
A - 2 - 8	12931	182.41	0.6	27500	140.44	1.6446	28 días	230.97
A - 2 - 9	12900	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08
A - 2 - 10	12336	182.41	0.6	27200	138.95	1.6446	28 días	228.51
A - 2 - 11	12856	182.41	0.6	27750	141.69	1.6446	28 días	233.02
A - 2 - 12	12830	182.41	0.6	27100	138.45	1.6446	28 días	227.69



Ing. Luis Gonzales García  
Lab. Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto I.S.T.





# RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 3

## DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

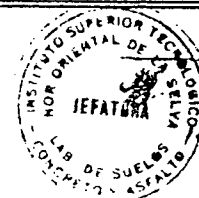
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor-Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 3 - 1	13244	182.41	0.6	17400	90.03	1.6446	7 días	148.07
A - 3 - 2	13058	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 3 - 3	12894	182.41	0.6	17000	88.04	1.6446	7 días	144.79
A - 3 - 4	13261	182.41	0.6	21650	111.25	1.6446	14 días	182.95
A - 3 - 5	12789	182.41	0.6	21500	110.50	1.6446	14 días	181.72
A - 3 - 6	12934	182.41	0.6	20900	107.50	1.6446	14 días	176.80
A - 3 - 7	13260	182.41	0.6	29500	150.42	1.6446	28 días	247.39
A - 3 - 8	12920	182.41	0.6	30500	155.42	1.6446	28 días	255.60
A - 3 - 9	12536	182.41	0.6	28900	147.43	1.6446	28 días	242.46
A - 3 - 10	13060	182.41	0.6	28500	145.43	1.6446	28 días	239.18
A - 3 - 11	12988	182.41	0.6	31500	160.41	1.6446	28 días	263.80
A - 3 - 12	13178	182.41	0.6	29500	150.42	1.6446	28 días	247.39



*Jose L. Gonzales Garcia*  
*Volante de Prueba*  
Lab. Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto I.S.T.

Jose L. Gonzales García



## RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 4

### DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL

Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

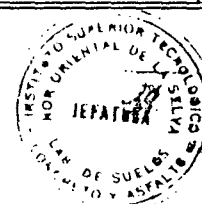
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Julio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm <sup>2</sup> .	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAxAL kg/cm <sup>2</sup>
A - 4 - 1	13244	182.41	0.6	17250	89.28	1.6446	7 días	146.84
A - 4 - 2	13361	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 4 - 3	13001	182.41	0.6	19250	99.27	1.6446	7 días	163.25
A - 4 - 4	13261	182.41	0.6	20250	104.26	1.6446	14 días	171.46
A - 4 - 5	12789	182.41	0.6	20250	104.26	1.6446	14 días	171.46
A - 4 - 6	12934	182.41	0.6	27250	139.19	1.6446	14 días	228.92
A - 4 - 7	13260	182.41	0.6	27250	139.19	1.6446	28 días	228.92
A - 4 - 8	13178	182.41	0.6	27500	140.44	1.6446	28 días	230.97
A - 4 - 9	12896	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08
A - 4 - 10	12996	182.41	0.6	27750	141.69	1.6446	28 días	233.02
A - 4 - 11	13100	182.41	0.6	27750	141.69	1.6446	28 días	233.02
A - 4 - 12	13178	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08



Lab. Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto I.E.S.T.

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

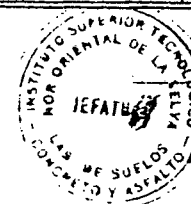
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 5* - 1	13114	182.41	0.6	19000	98.02	1.6446	7 días	161.20
A - 5* - 2	12990	182.41	0.6	19000	98.02	1.6446	7 días	161.20
A - 5* - 3	13205	182.41	0.6	18750	96.77	1.6446	7 días	159.15
A - 5* - 4	13165	182.41	0.6	25750	131.71	1.6446	14 días	216.61
A - 5* - 5	13005	182.41	0.6	26250	134.20	1.6446	14 días	220.71
A - 5* - 6	13246	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	14 días	218.66
A - 5* - 7	13123	182.41	0.6	30250	154.17	1.6446	28 días	253.54
A - 5* - 8	13160	182.41	0.6	30000	152.92	1.6446	28 días	251.49
A - 5* - 9	13045	182.41	0.6	32500	165.40	1.6446	28 días	272.01
A - 5* - 10	13326	182.41	0.6	30000	152.92	1.6446	28 días	251.49
A - 5* - 11	13280	182.41	0.6	33500	170.39	1.6446	28 días	280.22
A - 5* - 12	13198	182.41	0.6	29500	150.42	1.6446	28 días	247.39

Jefe Lab. Mecánica de Suelos,  
Concreto y Asfalto I.S.T.

Jose L. Gonzales García



# RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 5\*\*

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

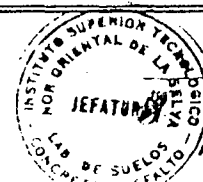
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAIAL kg/cm2
A - 5** - 1	13205	182.41	0.6	16500	85.54	1.6446	7 días	140.68
A - 5** - 2	12995	182.41	0.6	16250	84.29	1.6446	7 días	138.63
A - 5** - 3	13005	182.41	0.6	16750	86.79	1.6446	7 días	142.73
A - 5** - 4	12985	182.41	0.6	24000	122.97	1.6446	14 días	202.24
A - 5** - 5	13100	182.41	0.6	24250	124.22	1.6446	14 días	204.30
A - 5** - 6	13125	182.41	0.6	24000	122.97	1.6446	14 días	202.24
A - 5** - 7	13120	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	28 días	218.66
A - 5** - 8	12920	182.41	0.6	25900	132.46	1.6446	28 días	217.84
A - 5** - 9	12975	182.41	0.6	25750	131.71	1.6446	28 días	216.61
A - 5** - 10	13185	182.41	0.6	26500	135.45	1.6446	28 días	222.76
A - 5** - 11	13080	182.41	0.6	25750	131.71	1.6446	28 días	216.61
A - 5** - 12	12895	182.41	0.6	26000	132.96	1.6446	28 días	218.66



Jeje Lab. Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto I.S.T.

343



## RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 5

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

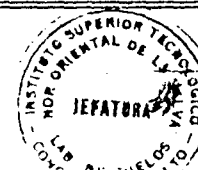
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 5 - 1	12950	182.41	0.6	17500	90.53	1.6446	7 días	148.89
A - 5 - 2	13020	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	7 días	152.99
A - 5 - 3	1384	182.41	0.6	17000	88.04	1.6446	7 días	144.79
A - 5 - 4	13095	182.41	0.6	23000	117.98	1.6446	14 días	194.03
A - 5 - 5	13122	182.41	0.6	22250	114.24	1.6446	14 días	187.88
A - 5 - 6	12910	182.41	0.6	22500	115.49	1.6446	14 días	189.93
A - 5 - 7	12900	182.41	0.6	28000	142.94	1.6446	28 días	235.08
A - 5 - 8	12972	182.41	0.6	26500	135.45	1.6446	28 días	222.76
A - 5 - 9	12945	182.41	0.6	29000	147.93	1.6446	28 días	243.28
A - 5 - 10	12930	182.41	0.6	26500	135.45	1.6446	28 días	222.76
A - 5 - 11	12950	182.41	0.6	25000	127.97	1.6446	28 días	210.45
A - 5 - 12	13100	182.41	0.6	26250	134.20	1.6446	28 días	220.71



*[Handwritten signature]*  
Jefe Lab. Mecánica de Suelos  
Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva



# RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA A - 6

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

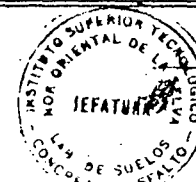
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
A - 6 - 1	12911	182.41	0.6	14500	75.56	1.6446	7 días	124.27
A - 6 - 2	12998	182.41	0.6	14000	73.06	1.6446	7 días	120.16
A - 6 - 3	13058	182.41	0.6	14250	74.31	1.6446	7 días	122.21
A - 6 - 4	12967	182.41	0.6	18500	95.52	1.6446	14 días	157.10
A - 6 - 5	13135	182.41	0.6	18000	93.03	1.6446	14 días	152.99
A - 6 - 6	12864	182.41	0.6	16500	85.54	1.6446	14 días	140.68
A - 6 - 7	12845	182.41	0.6	23500	120.48	1.6446	28 días	198.14
A - 6 - 8	12755	182.41	0.6	24500	125.47	1.6446	28 días	206.35
A - 6 - 9	12800	182.41	0.6	23750	121.73	1.6446	28 días	200.19
A - 6 - 10	13098	182.41	0.6	23000	117.98	1.6446	28 días	194.03
A - 6 - 11	12875	182.41	0.6	23500	120.48	1.6446	28 días	198.14
A - 6 - 12	13000	182.41	0.6	25000	127.97	1.6446	28 días	210.45



Jeje Lab. Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto I.S.T.



# RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN OBTENIDAS EN MEZCLA B - 1

DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN CIVIL  
Laboratorio de Mecánica de Suelos , Concreto y Asfalto

Hecho por :

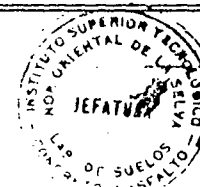
Bach. José Luis Gonzales García

Lugar :

Laboratorio : Instituto Superior Tecnológico Nor Oriental de la Selva

Fecha : Junio 2002

MEZCLA	Peso en gr.	area en cm2.	Relación Agua/Cemen to	CARGA ( Kg )	CALIBRACIÓN (carga x .004991)+ 3.19	CORRECCIÓN ( area piston / area probeta )	EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL kg/cm2
B - 1 - 1	12851	182.41	0.65	13500	70.57	1.6446	7 días	116.06
B - 1 - 2	13073	182.41	0.65	13750	71.82	1.6446	7 días	118.11
B - 1 - 3	12977	182.41	0.65	13250	69.32	1.6446	7 días	114.00
B - 1 - 4	13019	182.41	0.65	18500	95.52	1.6446	14 días	157.10
B - 1 - 5	12912	182.41	0.65	18000	93.03	1.6446	14 días	152.99
B - 1 - 6	12789	182.41	0.65	16500	85.54	1.6446	14 días	140.68
B - 1 - 7	13058	182.41	0.65	23750	121.73	1.6446	28 días	200.19
B - 1 - 8	12810	182.41	0.65	22750	116.74	1.6446	28 días	191.98
B - 1 - 9	12945	182.41	0.65	23000	117.98	1.6446	28 días	194.03
B - 1 - 10	13104	182.41	0.65	24000	122.97	1.6446	28 días	202.24
B - 1 - 11	13057	182.41	0.65	24525	125.59	1.6446	28 días	206.55
B - 1 - 12	12748	182.41	0.65	22750	116.74	1.6446	28 días	191.98



Jeje Lab. Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto I.S.T.S.

TESIS DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
BACH. JOSE LUIS GONZALES GARCIA (U.N.S.M.)  
C. MENDOZA

**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES**  
(ASTM C-39)

[illegible]

REVISADO POR

۱۰۰



TESIS DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
BACH. JOSE LUIS GONZALES GARCIA (U.N.S.M.)  
C. MENDOZA

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

[illegible]

REVISADO POR

٢٠٠

TESIS DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
BACH. JOSE LUIS GONZALES GARCIA (U.N.S.M.)  
C. MENDOZA

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

[illegible]

REVISADO POR

٢٠٠

TESIS DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
BACH. JOSÉ LUIS GONZALES GARCIA (U.N.S.M.)  
C. MENDOZA

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

[illegible]

REVISADO POR

۱۰۰

TESIS DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO  
BACH. JOSE LUIS GONZALES GARCIA (U.N.S.M.)  
C. MENDOZA

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES (ASTM C-39)

[illegible]

REVISADO POR

فمن

**ANEXO No.4**

---

**INTEMPERISMO Y ABRASIÓN DE AGREGADOS**

IMPREGILO S.p.A

CONTRATISTA

CONSORCIO BERGER - GMI

SUPERVISIÓN

## ENSAYO DE ABRASION EN AGREGADO GRUESO

OBRA : REHABILITACION CARRETERA TARAPOTO - RIOJA

TRAMO I : Km. 0+000 - 50+000

LUGAR : Tarapoto SAN MARTIN PERU

CERTIFICADO : L - 0319

HECHO POR : CONJTO.

FECHA : 29-Jun-2000

## ABRASION EN TAMAÑOS MEDIANOS DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 131-89

CANTERA : " SHAPAJA "

AGREGADO : Natural

MUESTRA : Tamizada en laboratorio

TAMICES ASTM		GRADACIONES - Pesos ( gr )			
Pasante	Retenido	A	A	B	
1 1/2"	1"	1250.0			
1"	3/4"	1246.0			
3/4"	1/2"	1254.0	2500.0		
1/2"	3/8"	1250.0	2504.1		
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12	12	11	

## PARA 500 REVOLUCIONES

Peso total de la muestra ( gr )	5000.0	5004.1		
Peso retenido tamiz N° 12	4068.0	4100.0		
Diferencia ( gr )	932.0	904.1		
Desgaste ( % )	18.6	18.1		

## ABRASION EN TAMAÑOS GRANDES DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 535-89

CANTERA :

AGREGADO :

MUESTRA :

TAMICES		GRADACIONES - Pesos ( gr )			
Pasante	Retenido	1	2	3	
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
CARGA ABRASIVA		12	12	12	

## PARA 1000 REVOLUCIONES

Peso total de la muestra ( gr )			
Peso retenido tamiz N° 12			
Diferencia ( gr )			
Desgaste ( % )			

CONTRATISTA

SUPERVISIÓN

CONSORCIO BERGER - GMI

CONSORCIO BERGER - GMI

IMPREGILO S.p.A.  
SucursalIMPREGILO S.p.A.  
SucursalADRIANO LOPEZ DIAZ FRANCISCO CASO TOMO CARIBALPA  
SUELOS Y PAVIMENTOS IREB LABORATORIOLic. Jorge Vivarez Terán  
Suelos y PavimentosRené Herencia A  
ING. LABORATORISTA

Rehabilitación de la Carretera

IMPREGILO S.p.A.  
Lima

Rioja - Tarapoto Tramo I

CUMARAN AGREGADO ABR.

IMPREGILO S.p.A

CONSORCIO BERGER - GMI

CONTRATISTA

SUPERVISION

## INTEMPERISMO DE AGREGADOS

ASTM C 68-90

CERTIFICADO : L-2000

HECHO POR :

FECHA : 27-Jun-2000

OBRA : REHABILITACION CARRETERA TARAPOTO - RIOJA

RAMO I : Km. 0+000 - 50+000

LUGAR : Tarapoto SAN MARTIN PERU

ESTRUCTURA : ESTUDIO DE CANTERA

ELEMENTO : Cantera " Shapaja "

SOLUCION : Sulfato de Sodio ( NaSO<sub>4</sub> )

TABLA 1 DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ	PESO FRACCION	TAMANO DEL ARIDO	TAMIZ DETERM. PERDIDA	GRANUL. ORIGINAL % ret.	PESO FRACCION		% PASANTE DESPUES DE ENSAYO	% DE PERDIDA EN PESO	
ASTM E-11	gr.				Antes del ensayo	Después del ensayo			
INTEMPERISMO DEL AGREGADO GRUESO									
2 1/2" - 2"		2 1/2"							
2" - 1 1/2"		1 1/2"	1 1/4"						
1 1/2" - 1"		1 1/2"							
1" - 3/4"		3/4"	5/8"						
3/4" - 1/2"	28422.0	3/4"		65.0	680.0				
1/2" - 3/8"	11294.0	3/8"	5/16"	28.3	332.1	982.3	9.0		2.5
3/8" - N° 4	2981.0	N° 4	N° 5	6.7	300.2	275.6	8.2		0.5
TOTALES				100.0					3.0
INTEMPERISMO DEL AGREGADO FINO									
3/8" - N° 4	88.2			4.2	100.0	96.3	12.0		0.5
N° 4 - N° 8	695.3			3.6	100.0	98.6	1.4		0.1
N° 8 - N° 16	400.1			21.3	100.0	95.3	4.7		1.0
N° 16 - N° 30	260			15.6	100.0	94.2	5.8		0.9
N° 30 - N° 50	145.6			10.2	100.0	97.6	2.4		0.2
N° 50 - N° 100	195.3			11.2	100.0	98.3	1.7		0.2
< N° 100	310.2			14.2					
TOTALES	2094.7			80.3					2.9

TABLA 2 EXAMEN CUALITATIVO DEL AGREGADO GRUESO

TAMIZ ASTM E-11	PARTICULAS OBSERVADAS								PARTICULAS antes del Ensayo
	Fracturadas		Fisuradas		Astilladas		Exfoliadas		
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	
2 1/2" - 1 1/2"									
1 1/2" - 3/4"									

Observaciones:

CONTRATISTA

SUPERVISION

IMPREGILO S.p.A.  
Sucursal del PerúIMPREGILO S.p.A.  
Sucursal del Perú

CONSORCIO BERGER - GMI

CONSORCIO BERGER-GMI

Ing. ROBERTO LOPEZ LAZAR  
SUELOS Y PAVIMENTOSFRANCISCO CRISTÓBAL CACIQUENA  
JEFE LABORATORIOIng. Jorge Alvarez Torán  
Suelos y PavimentosRené Verencia A.  
TEC. LABOR. TORIS AIMPREGILO S.p.A.  
RIOJA-TARAPOTO-TRAMO IRehabilitación de la Carretera  
Rioja-Tarapoto Tramo I

IMPREGILO S.p.A

CONSORCIO BERGER - GMI

CONTRATISTA

SUPERVISION

## ENSAYO DE ABRASION EN AGREGADO GRUESO

OBRA : REHABILITACION CARRETERA TARAPOTO - RIOJA

CERTIFICADO : L - 8222

TRAMO I : Km. 0+000 - 50+000

HECHO POR : CONJTO.

LUGAR : Tarapoto SAN MARTIN PERU

FECHA : 01-Mar-2001

## ABRASION EN TAMAÑOS MEDIANOS DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 131-89

ESTRUCTUR ESTUDIO DE CANTERA

AGREGADO : Cantera " Santa Rosa "

MUESTRA : Calicata N° 1

TAMICES ASTM		GRADACIONES - Pesos ( gr )			
Pasante	Retenido	A	A	B	
1 1/2"	1"	1252.0	1256.0		
1"	3/4"	1248.0	1246.0		
3/4"	1/2"	1252.0	1250.0	2500.0	
1/2"	3/8"	1250.0	1250.0	2496.0	
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
CARGA ABRASIVA		12	12	11	
PARA 500 REVOLUCIONES					
Peso total de la muestra ( gr )		5002.0	5002.0	4996.0	
Peso retenido tamiz N° 12 .		2232.0	2136.0	2158.0	
Diferencia ( gr )		2770.0	2866.0	2838.0	
Desgaste ( % )		55.4	57.3	56.8	

## ABRASION EN TAMAÑOS GRANDES DE AGREGADOS GRUESOS

ASTM C 535-89

CANTERA :

AGREGADO :

MUESTRA :

TAMICES		GRADACIONES - Pesos ( gr )			
Pasante	Retenido	1	2	3	
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
CARGA ABRASIVA		12	12	12	
PARA 1000 REVOLUCIONES					
Peso total de la muestra ( gr )					
Peso retenido tamiz N° 12 .					
Diferencia ( gr )					
Desgaste ( % )					

CONTRATISTA

SUPERVISION

IMPREGILO S.p.A.  
Sucursal del PerúIMPREGILO S.p.A.  
Sucursal de TarapotoROBERTO LOPEZ PAZO  
CUELOS Y PAGAMIENTOSFRANCISCO EDUARDO CAPIRANA  
JEFE LABORATORIOIMPREGILO S.p.A.  
CALLE TARIAPOTO - JALAPA 1 A/1

CONSORCIO BERGER - GMI

CONSORCIO BERGER - GMI

Ing. Jorge Alvarez Torán

René Herencia A.

Socio y Gerente

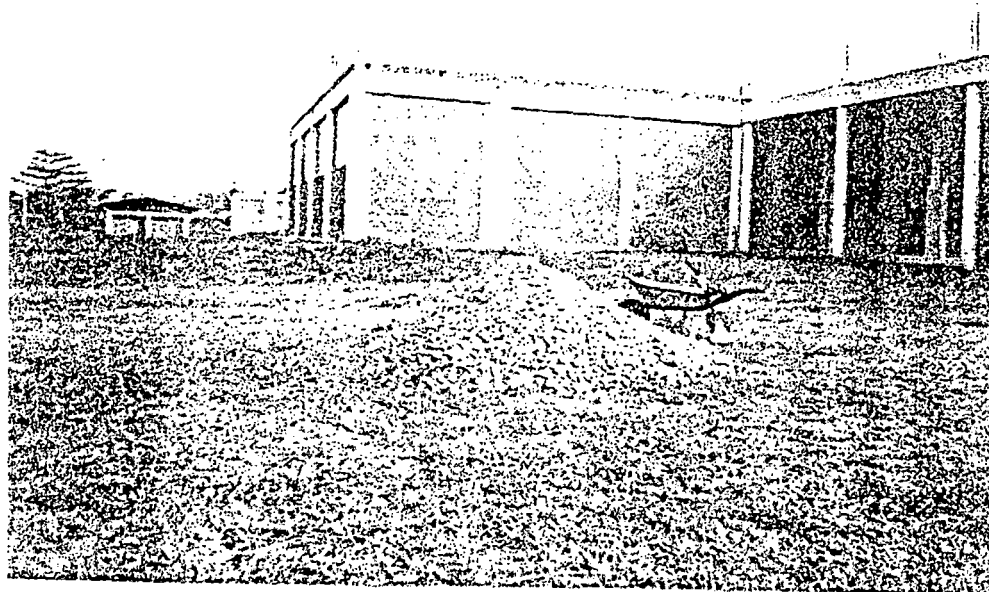
JEC LABORATORIO



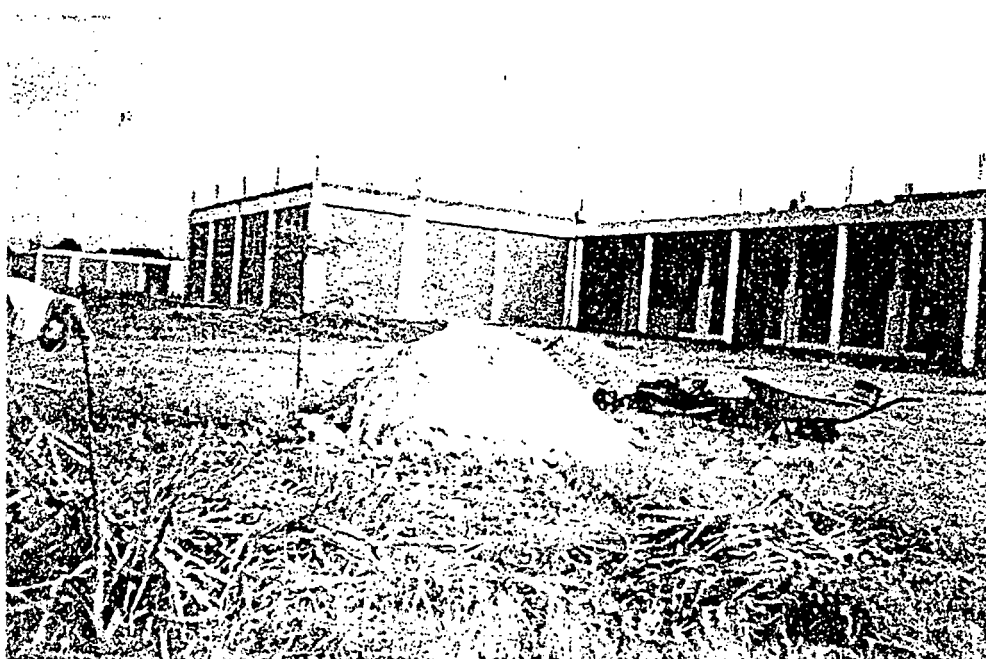
**ANEXO No.5**

---

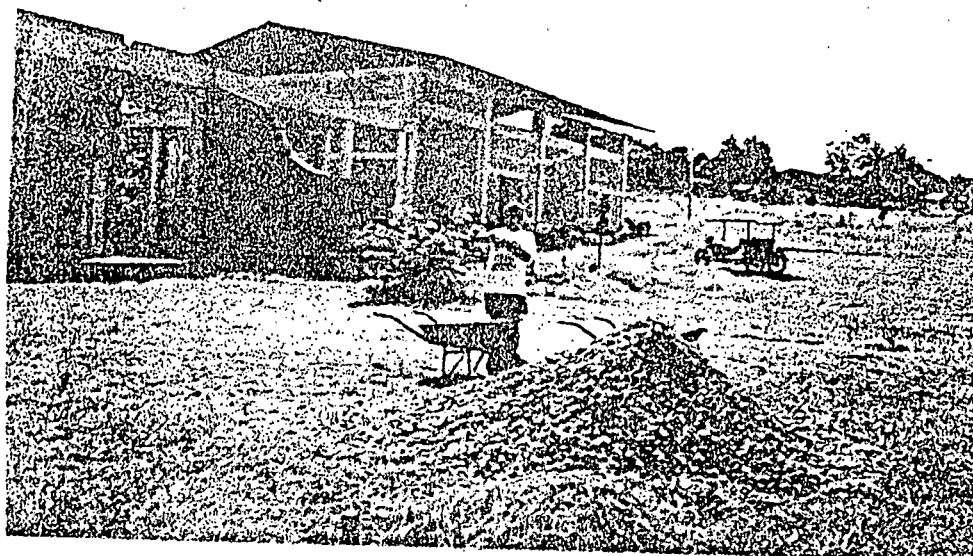
**PANEL FOTOGRÁFICO**



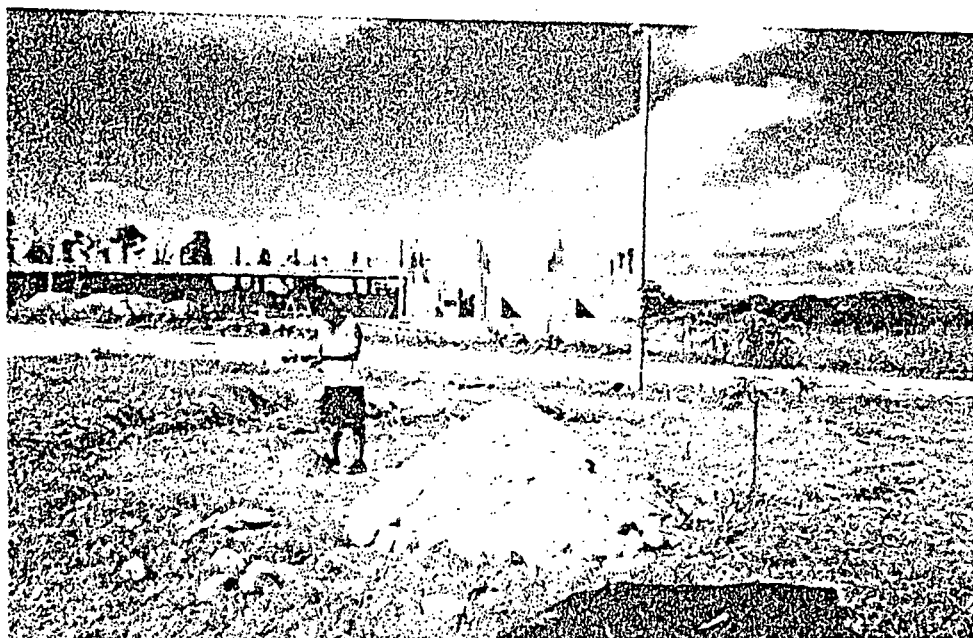
01. AGREGADO CANTERA DEL RÍO HUALLAGA



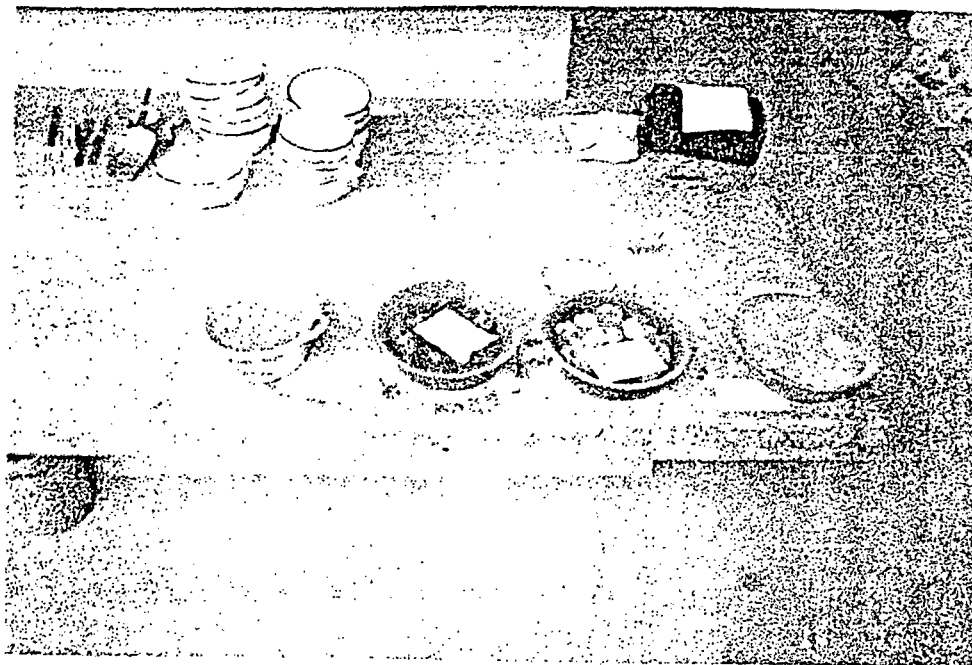
02. AGREGADO CANTERA DEL RÍO CUMBAZA



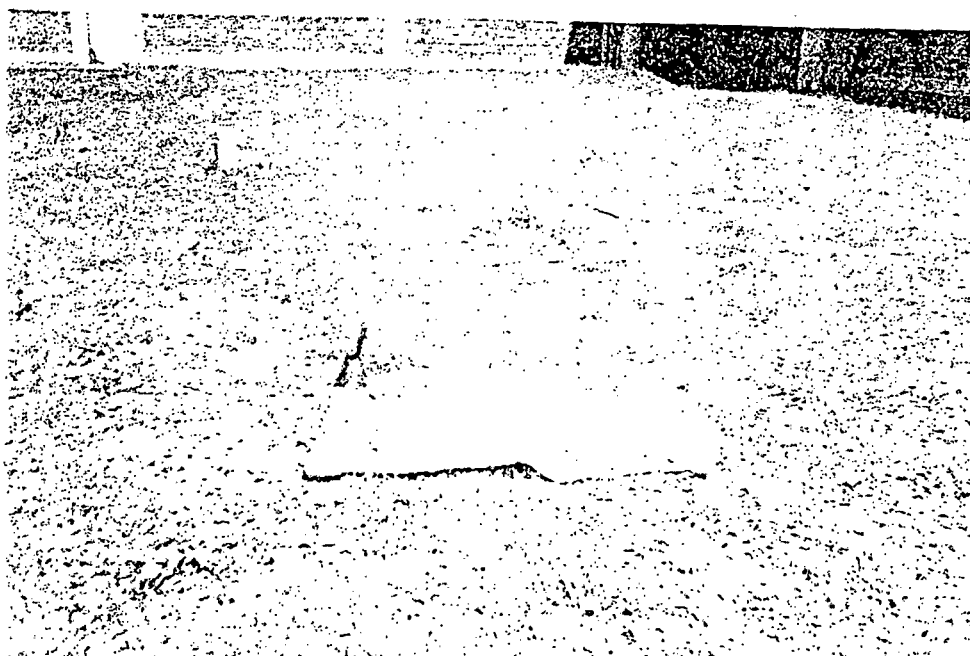
03. TAMIZADO DE LA PIEDRA MAT . RET # 4



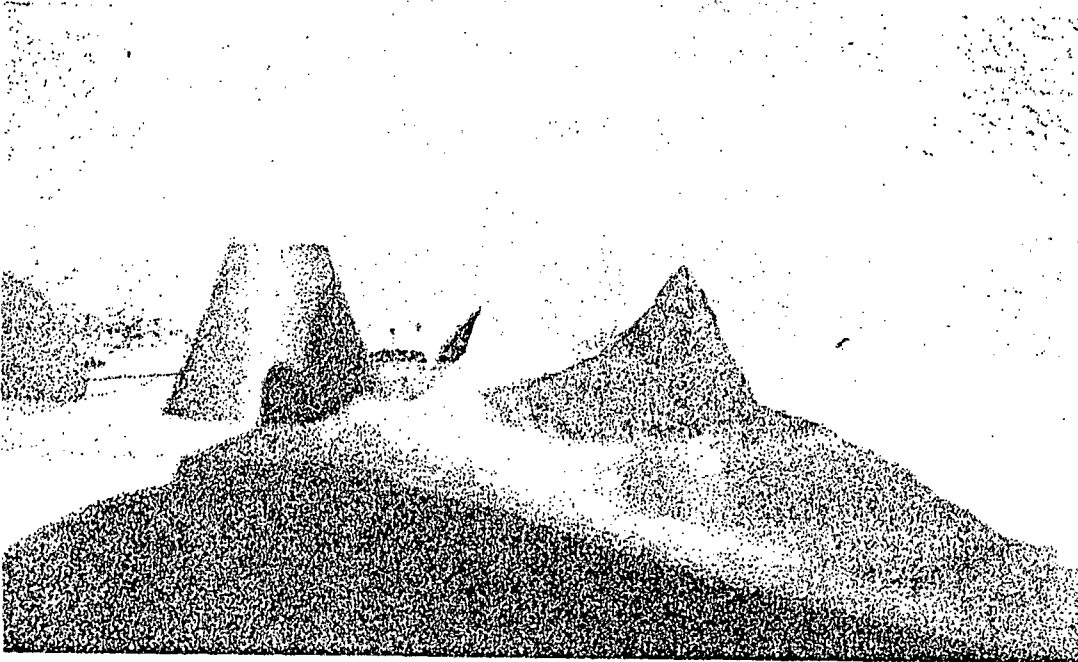
04. TAMIZADO DE LA ARENA MAT # 3/8



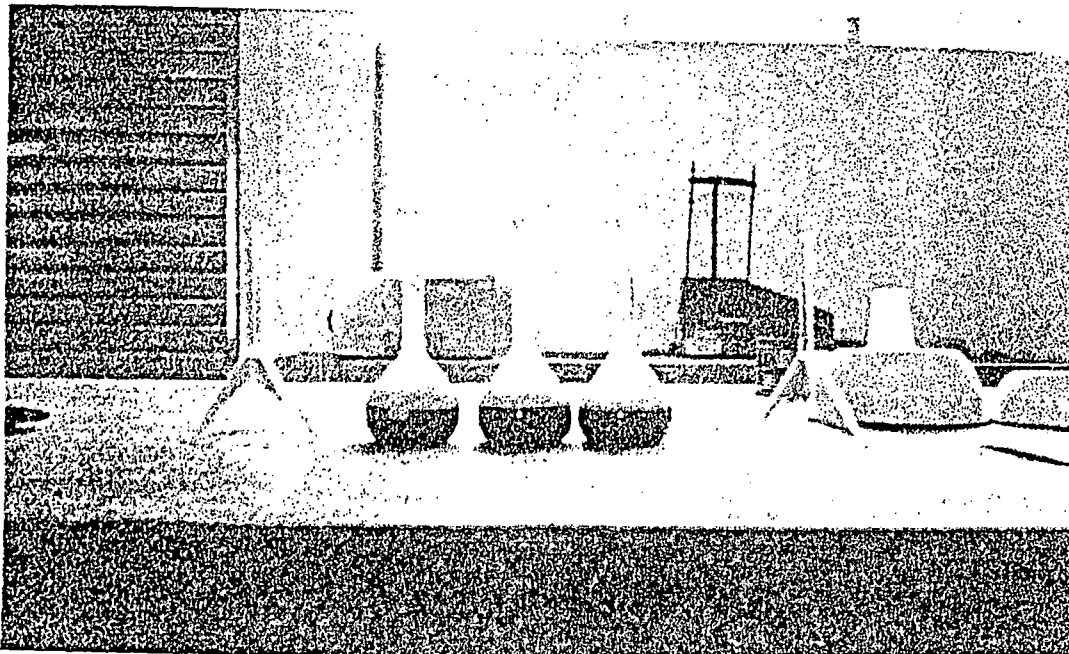
05. INMERSIÓN EN AGUA DEL A.F. Y A.G. PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO.



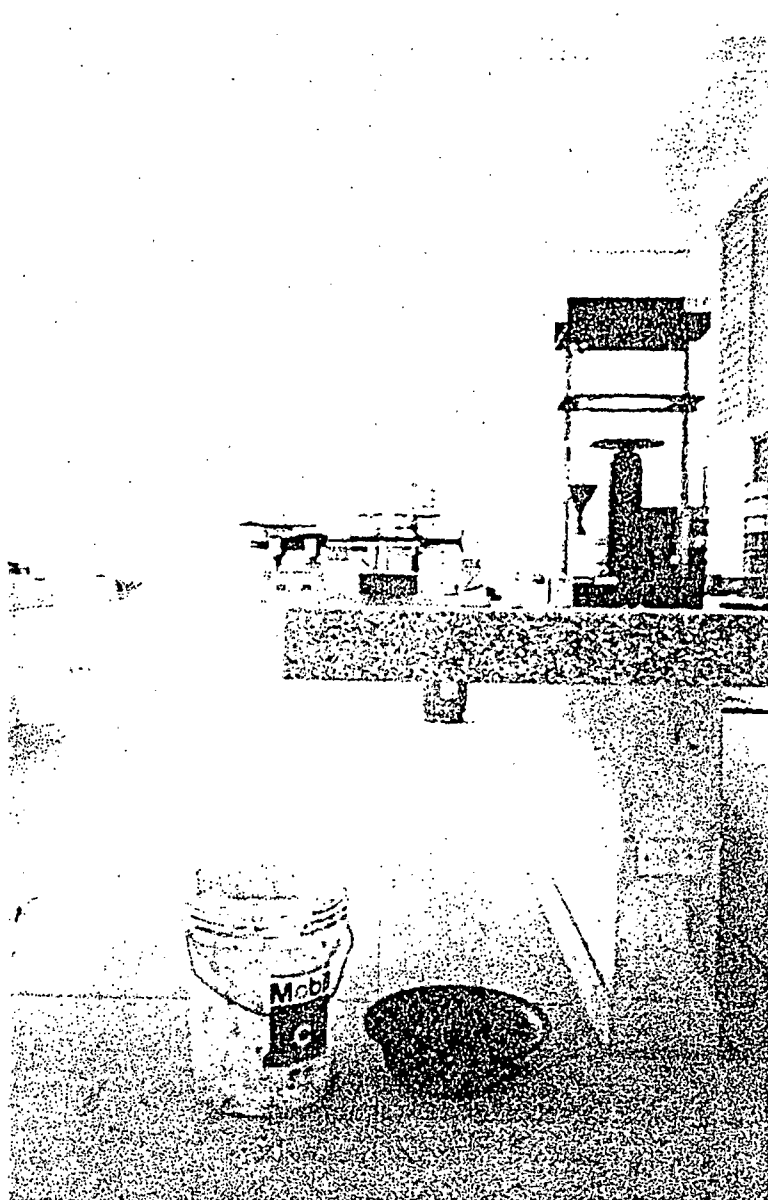
06. SECADO AL AIRE DEL A.F. PARA OBTENER EL ESTADO SSS



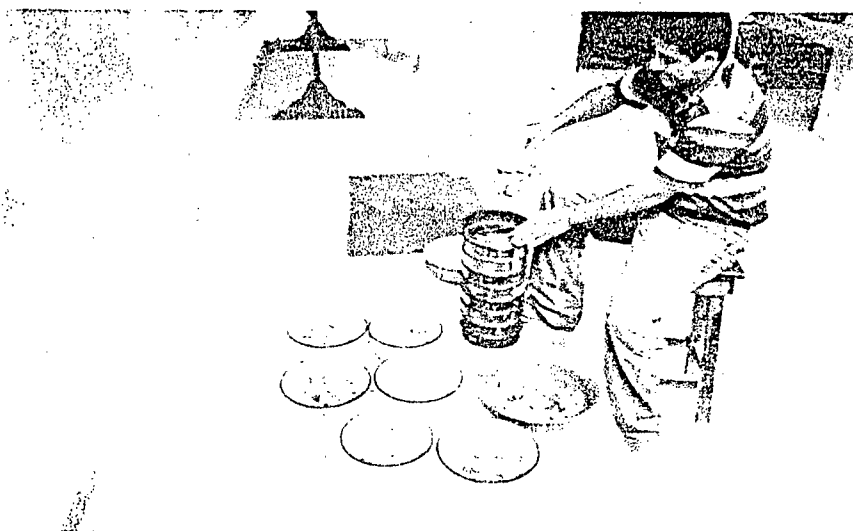
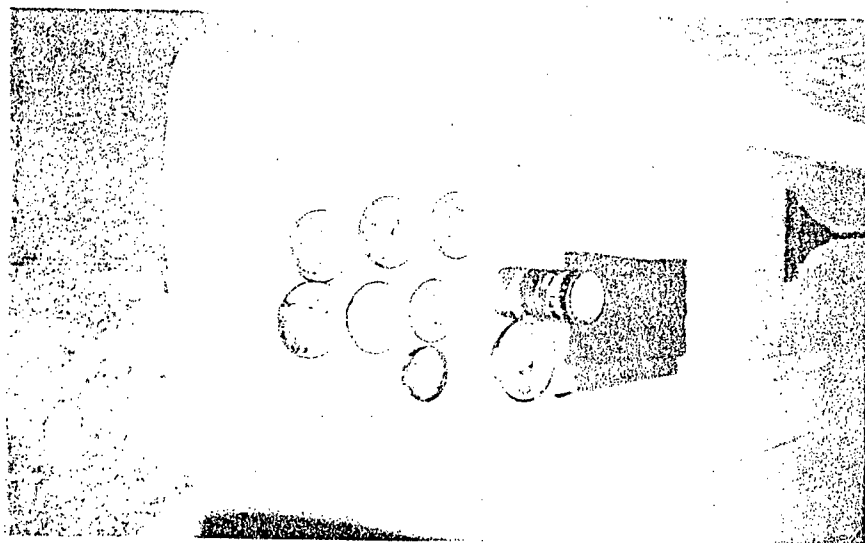
07. AGREGADO FINO EN ESTADO SATURADO CON SUPERFICIE SECA



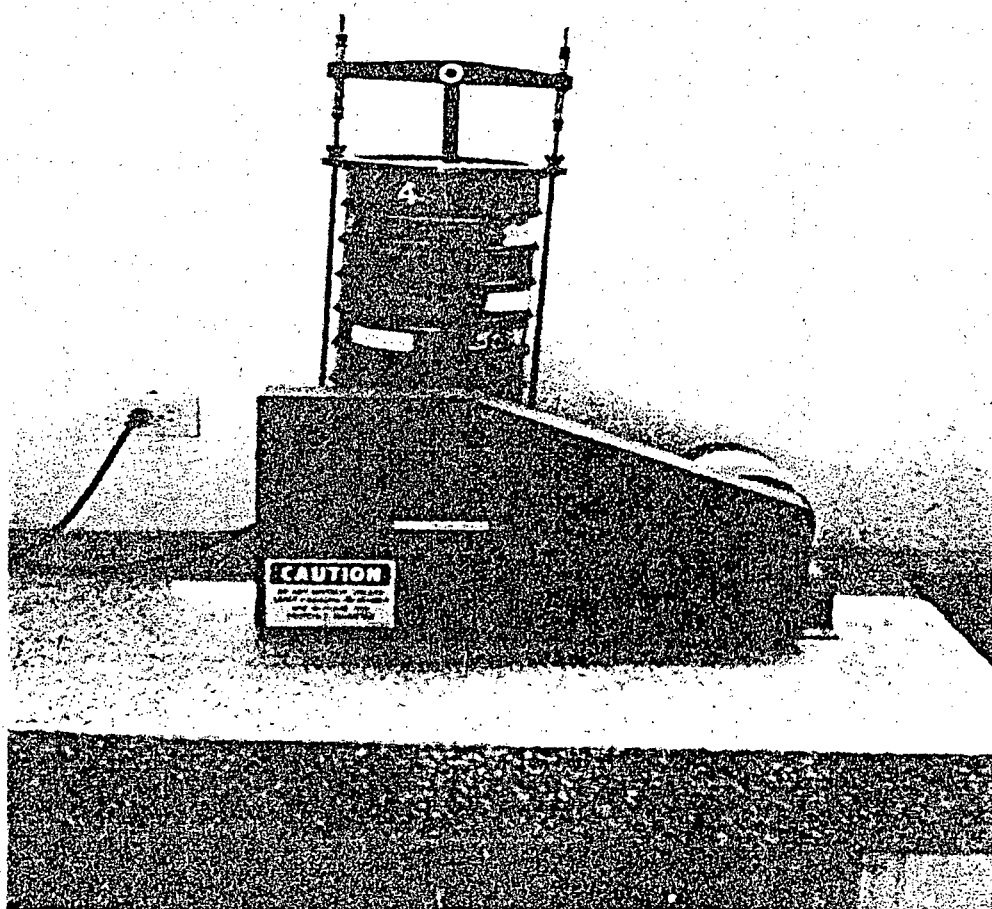
08. CALCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO



09.. CALCULO DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO  
( Canastilla sumergida)



# 10. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

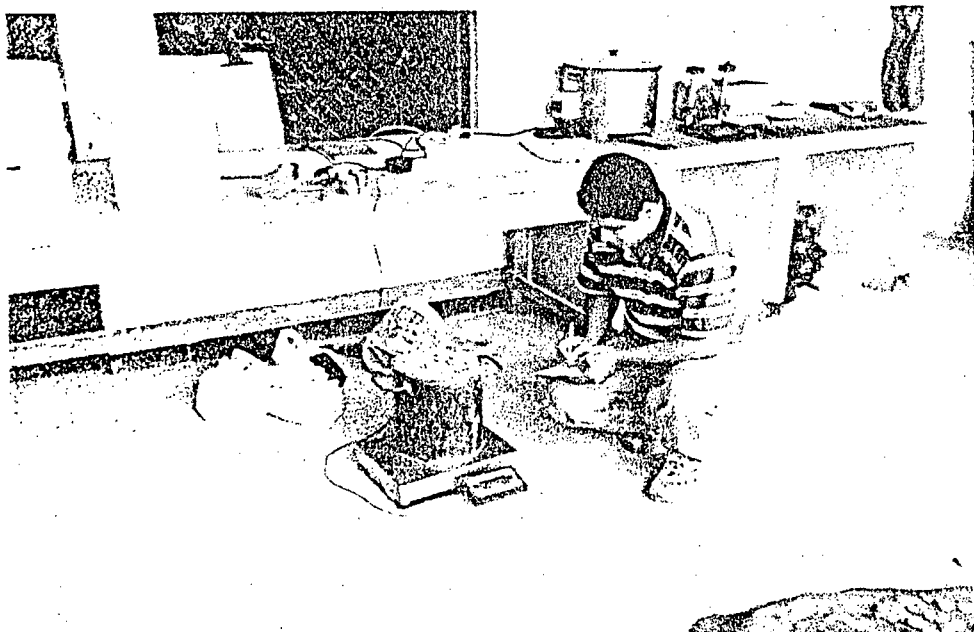


10. GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO ( Tamizador)

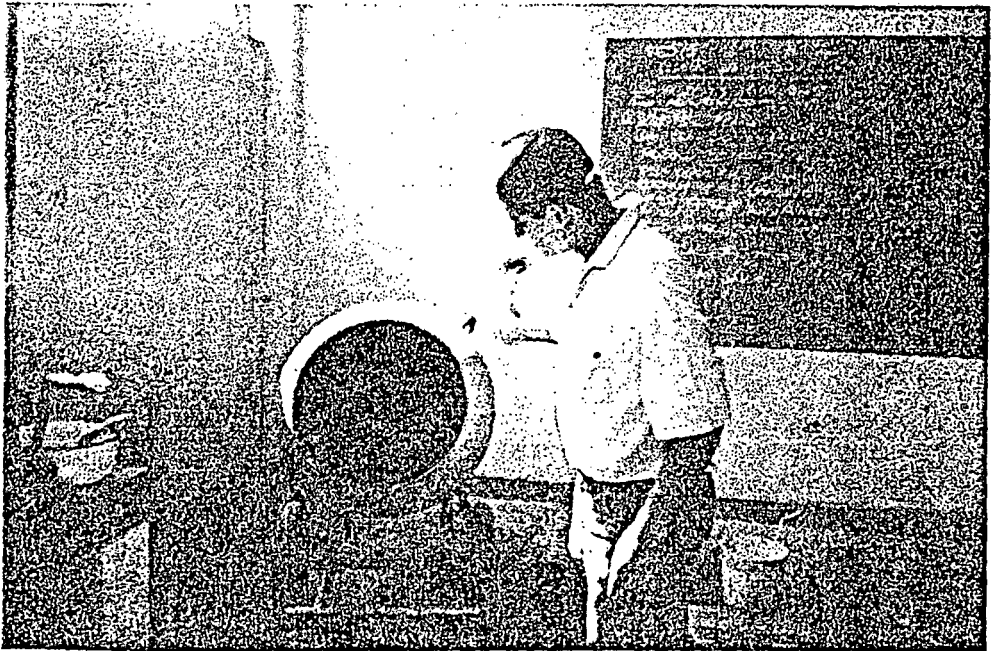
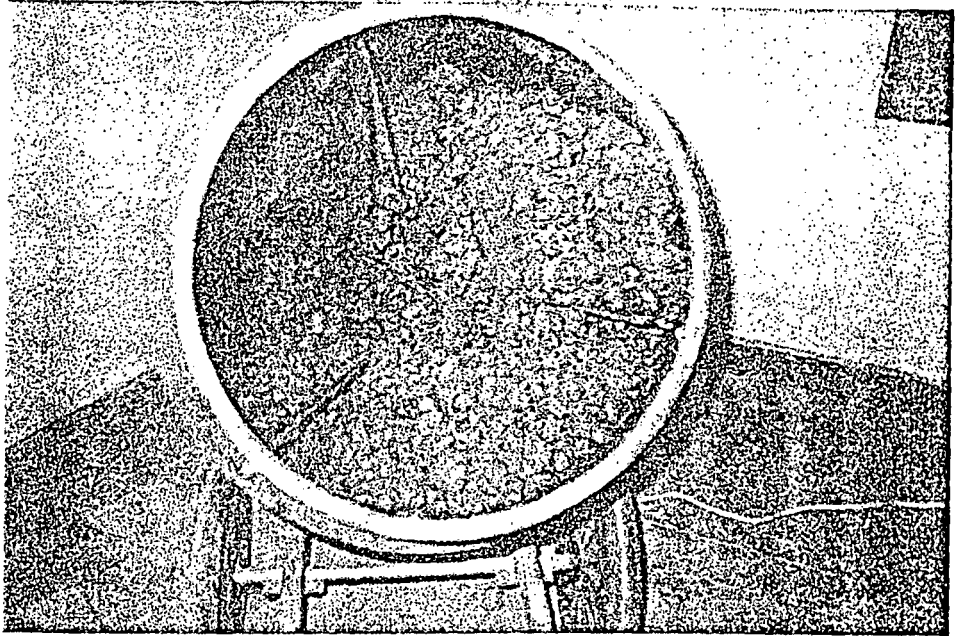




11. PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO



12. PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO



13. MEZCLADE CONCRETO , MÁQUINA ELÉCTRICA



13. ELABORACIÓN DE PROBAS DE CONCRETO.



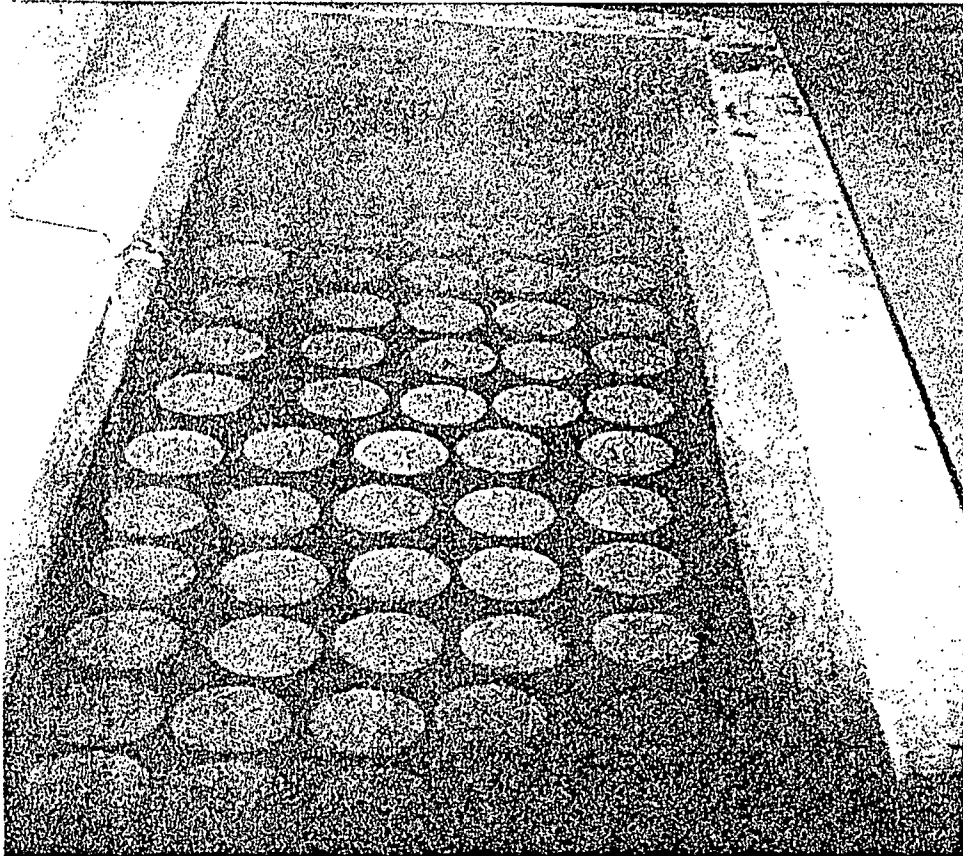
14. ACABADO SUPERFICIAL DE PROBAS DE CONCRETO



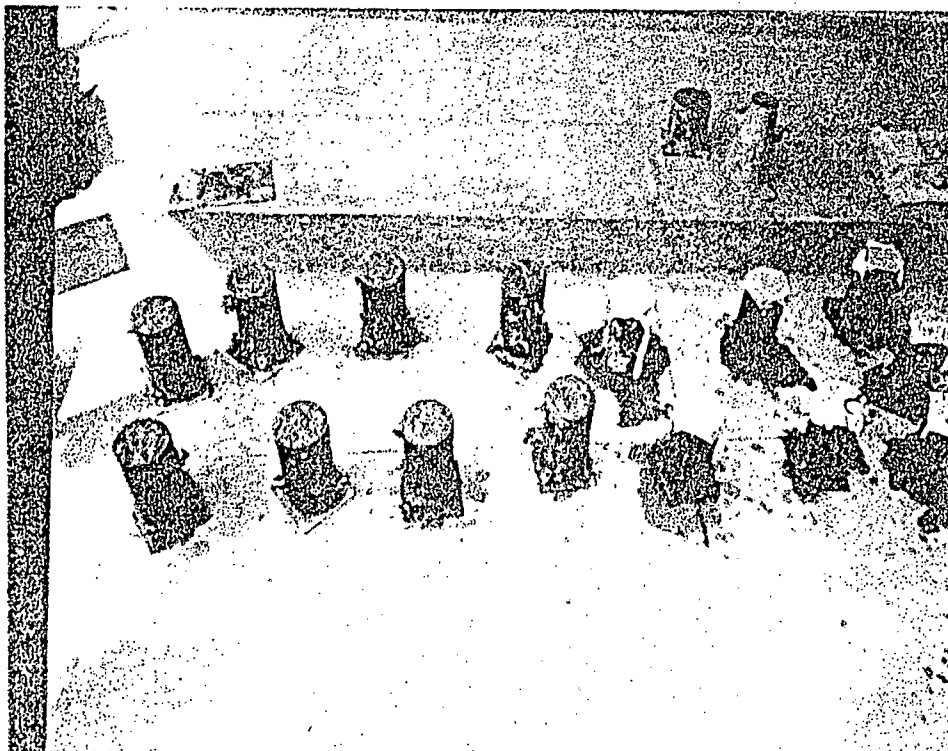
15. CONCRETO CON CONSISTENCIA DE BAJA PLASTICIDAD



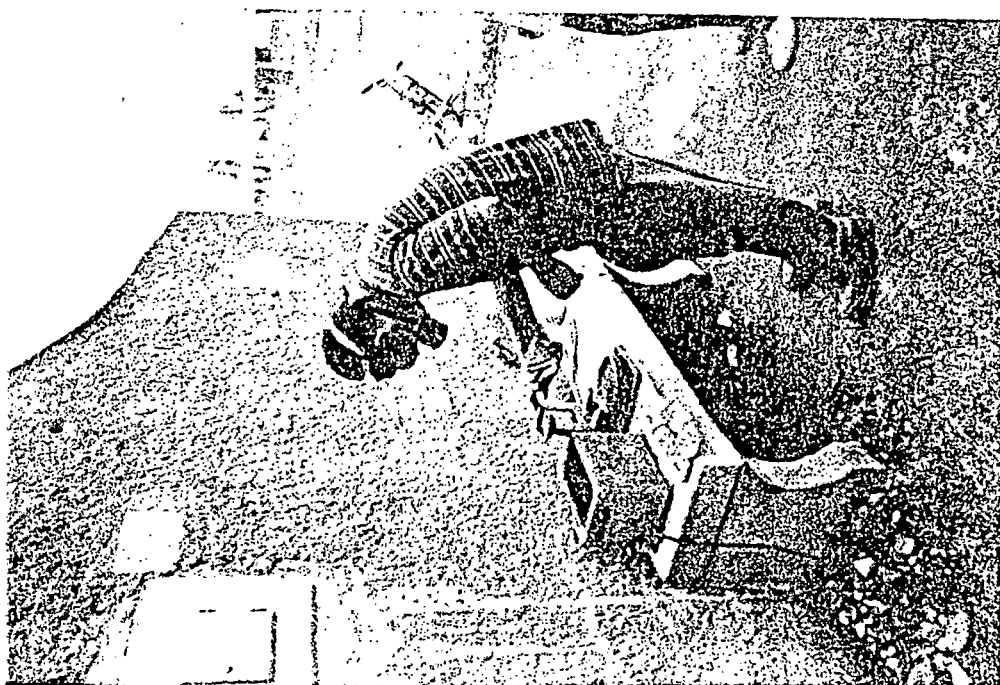
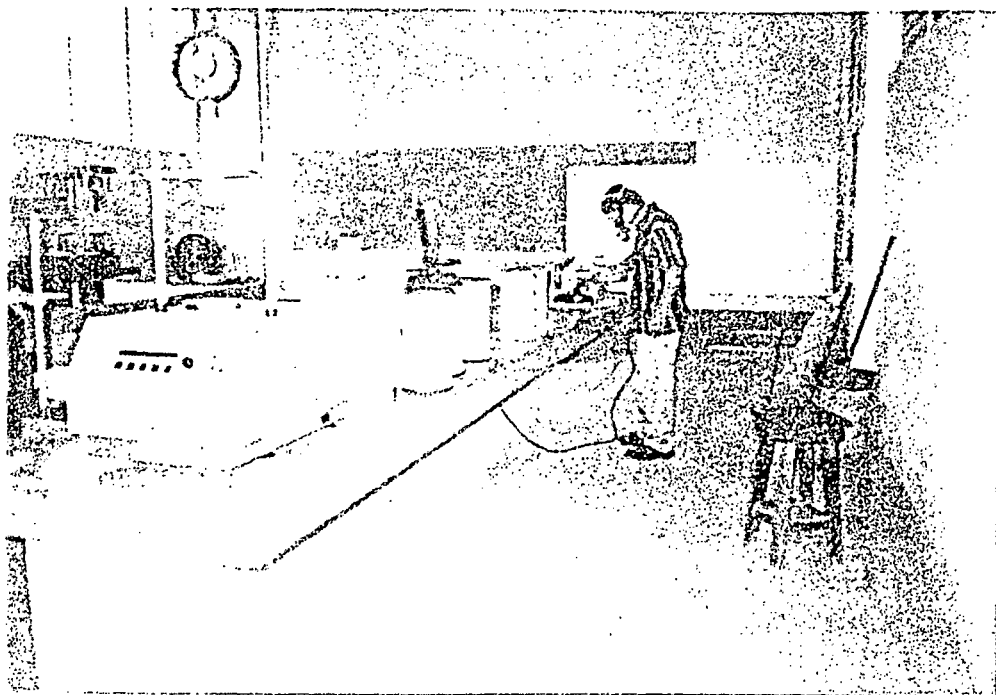
16. CONCRETO CON CONSISTENCIA SECA.



17. CURADO DE PROBETAS , BAJO INMERSIÓN

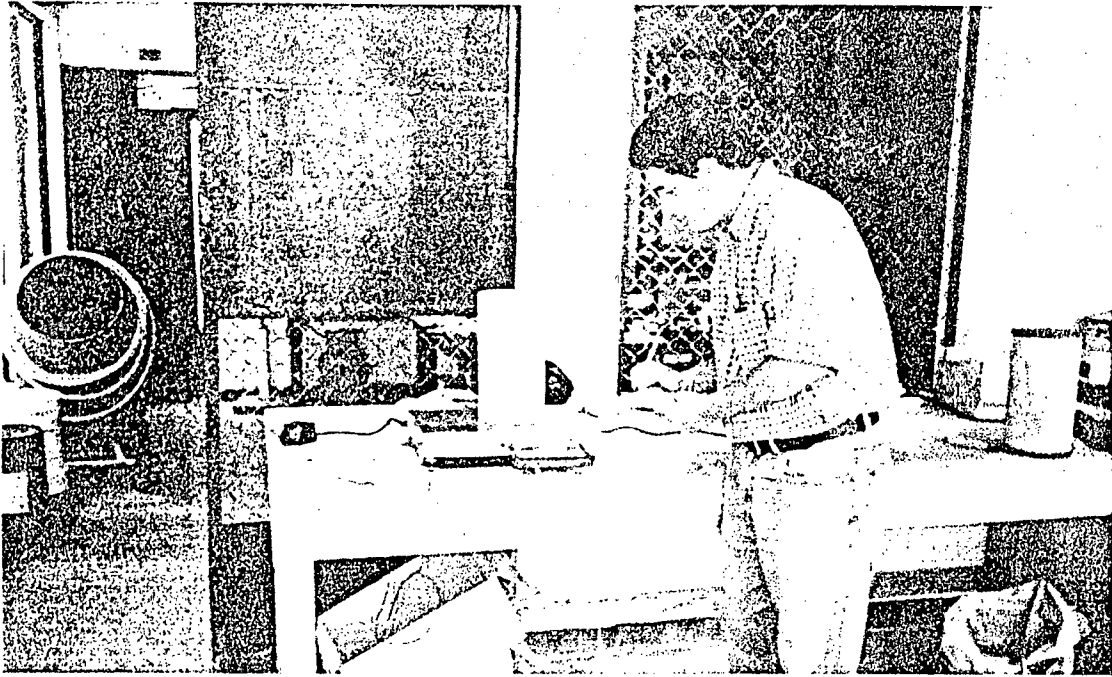


18. CURADO DE PROBETAS , ANTES DEL DESMOLDE.

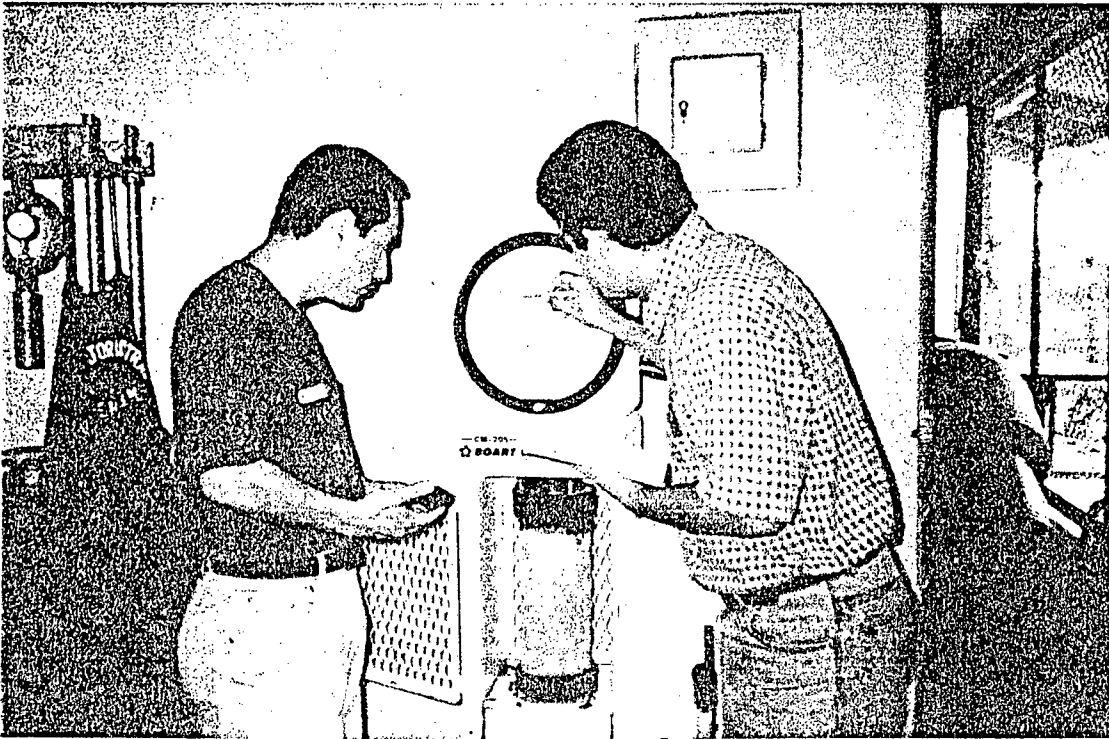


19. CAPEADO DE POBRETAS

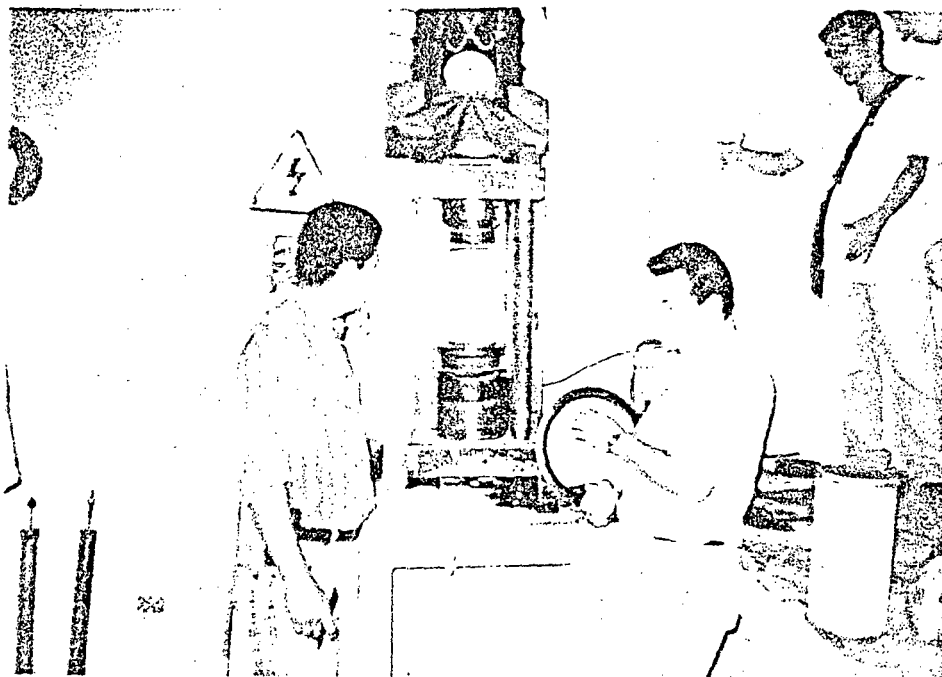




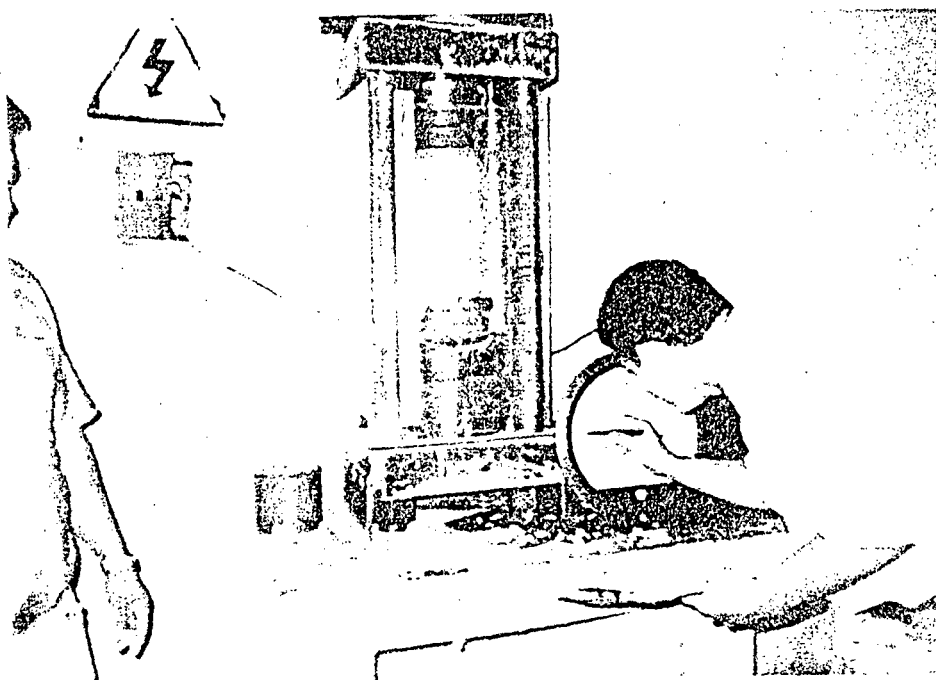
20. REGISTRO DEL PESO DE CADA PROBETA (Laboratorio del PEHCBM )



21. ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETAS (Laboratorio del PEHCBM )



22. ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETAS (Laboratorio del ISTNOS )



23. ROTURA A COMPRESIÓN DE PROBETAS (Laboratorio del ISTNOS )